BHS II J 94-2

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: II 3
Nr. 94

<36642493560012
<36642493560012
Bayer. Staatsbibliothek

Handbuch
der
angewandten Chemie

von

J. Dumas,

Profeſſor der Chemie an der Zentralgewerbsſchule und am Athenäum und Repetitor an der polytechniſchen Schule zu Paris, Korreſpondent der Akademie von Turin, Mitglied der philomatiſchen Geſellſchaft von Paris, der phyſikaliſchen Geſellſchaft von Genf, der Schweitzeriſchen Geſellſchaft für Naturwiſſenſchaften ꝛc.

Für
techniſche Chemiker, Künſtler, Fabrikanten und Gewerbtreibende überhaupt.

Aus dem Franzöſiſchen überſetzt und mit Anmerkungen verſehen
von
Gottl. Alex und Friedr. Engelhart.

Zweiter Band
mit zwei und zwanzig Tafeln

BIBLIOTHEK
DER K.B.GENERAL
BERGW.u.SALINEN
ADMINISTR.

Nürnberg, 1832.
Bei Johann Leonhard Schrag.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt des zweiten Bandes.

Handbuch der angewandten Chemie. Drittes Buch.

Von den Metallen im Allgemeinen	. . .	Seite 1
I.	Capitel. Phyſikaliſche Eigenſchaften der Metalle	4
II.	Legirungen	46
III.	Metalloxyde	63
IV.	Metallchloride	120
V.	Metallbromide	147
VI.	Metalliodide	150
VII.	Metallfluoride	155
VIII.	Metallſulphuride	158
IX.	Selenmetalle	164
X.	Phosphormetalle	166
XI.	Arſenikmetalle	169
XII.	Stickſtoffmetalle	171
XIII.	Kohlenſtoff= Kieſel= und Bor=Metalle	175
XIV.	Waſſerſtoffmetalle	177
XV.	Salze	178
XVI.	Hydrate	208
XVII.	Gattungscharaktere der Salze	211

Handbuch der angewandten Chemie. Viertes Buch.

I.	Capitel. Kalium	260
	Kaliumüberoxyd	261
	Kaliumoxyd	262
	Kalihydrat	262

	Chlorkalium	271
	Bromkalium	272
	Jodkalium	273
	Fluorkalium	277
	Fluorwaſſerſtoffſaures Fluorkalium . . .	278
	Schwefelkalium	279
	Schwefelwaſſerſtoffſaures Schwefelkalium . .	288
	Pyrophor	290
	Selen=, Stickſtoff= und Phosphor=Kalium . .	292
	Arſenik=, Kohlenſtoff= und Stickſtoff=Kalium . .	293
	Kaliſalze	294
II.	Natrium	313
	Natriumoxyde	314
	Natronſalze	319
	Bereitung des Natriums	345
III.	Lithium	347
	Lithiumverbindungen	347
	Lithionſalze	350
IV.	Barium	353
	Bariumverbindungen	353
	Barytſalze	360
V.	Strontium	368
	Strontiumverbindungen	368
	Strontianſalze	371
VI.	Calcium	377
	Calciumverbindungen	377
	Kalkſalze	385
VII.	Magneſium	398
	Magneſiumverbindungen	398
	Magneſiaſalze	401
VIII.	Yttrium	411
	Yttriumverbindungen	412
	Yttererdeſalze	414
XI.	Aluminium	416
	Aluminiumverbindungen	417
	Thonerdeſalze	424
	Laſurſtein — Ultramarin	428

X.	Beryllium	442
	Berylliumverbindungen	443
	Beryllerdeſalze	445
XI.	Zirkonium	447
	Zirkoniumverbindungen	448
	Zirkonerdeſalze	449

Handbuch der angewandten Chemie. Fünftes Buch.

I.	Capitel. Bereitung des Kaliums und Natriums .	451
II.	Gewinnung des Kochſalzes	464
III.	Künſtliche Soda	487
IV.	Künſtliche Pottaſche	501
V.	Thon	503
VI.	Alaun	509
VII.	Kalk und Mörtel	521
VIII.	Gyps	576
IX.	Glas, Straß und Email	579
	Klaſſifikation und Zuſammenſetzung der verſchiedenen Glasarten	583
	Eigenſchaften des Glaſes	593
	Fabrikation des Glaſes	615
	Waſſerglas	620
	Böhmiſches Glas — Kronglas	630
	Fenſterglas	633
	Spiegelglas	641
	Weißes Hohlglas	650
	Bouteillenglas	650
	Kryſtallglas	655
	Flintglas	663
	Farbloſer und gefärbter Straß	666
	Schmelz	673
X.	Töpferwaaren	677
	Zuſammenſetzung der Maſſe	686
	Vom Formen	689
	Vom Brennen	693
	Einbrennen der Glaſur	698

Weiches oder Frittenporzellan 701
Engliſches Porzellan 706
Feldſpathporzellan 708
Steinzeug 715
Gefärbtes Steingut oder Wedgwood . . . 717
Feines Fayence 718
Gemeines Fayence 724
Schmelztiegel 730
Backſteine 736
XI. Enkauſtiſche Malerei 742
XII. Salpetergewinnung 754
XIII. Schießpulver 804
XIV. Bereitung des Chlorkalks 841

Anhang.

I. Vergleichung der Skalen der gebräuchlichſten Thermometer.

II. Vergleichung der Grade der bekannteſten gleichtheiligen Aräometer mit dem denſelben entſprechenden ſpezifiſchen Gewichte.

III. Tafel, darſtellend den Kochſalzgehalt in wäſſrigen Auflöſungen von verſchiedener Dichtigkeit nach Langsdorf.

IV. Tafel zur Unterſuchung des Salpeters auf den Gehalt an reinem ſalpeterſauren Kali nach der Temperatur, bei welcher ſeine wäſſrige Auflöſung zu kryſtalliſiren beginnt.

Erklärung der Kupfertafeln . . . . . . I — XVII

Handbuch der angewandten Chemie.

Zweiter Band.

Handbuch

der

angewandten Chemie.

Drittes Buch.

706. Wir haben im erſten Theile dieſes Werkes die nichtmetalliſchen Körper und ihre wichtigſten Verbindungen, welche ſie unter einander eingehen, bereits beſchrieben; wir müſſen deßhalb nun, um das Studium der unorganiſchen Chemie zu vollenden, die Metalle, ihre binären Verbindungen und die Salze kennen lernen.

Da die Zahl der Metalle bedeutend iſt, und dieſelben auch in den Künſten äußerſt mannigfache Anwendung finden, ſo wird es zweckdienlich ſeyn, ſie in Unterabtheilungen zu bringen, um das Studium derſelben zu erleichtern. Wir werden demzufolge in dieſem Buche zuerſt die allgemeinen Eigenſchaften der Metalle und ihrer Verbindungen aufzählen, und dann Gruppen bilden, in welchen diejenigen Metalle zuſammengeſtellt werden, die in chemiſcher Hinſicht die meiſte Ähnlichkeit miteinander haben; man wird hieraus dann leicht erſehen können, daß dieſe Metalle auch in induſtrieller Hinſicht ſich möglichſt nahe ſtehen.

707. Die Metalle ſind einfache Körper, welche die Elektrizität und die Wärme gut leiten, das Licht nicht durchlaſſen, es ſey denn, daß ſie in ſehr dünne Blättchen geſchlagen werden, und außerdem noch einen beſondern Glanz beſitzen, der am friſchpolirten Kupfer, Silber oder Gold wahrzunehmen iſt, und den man mit dem Namen **Metallglanz** bezeichnet.

Die eben benannten Eigenſchaften beſitzen alle Metalle gemeinſchaftlich, andere Eigenſchaften dagegen kommen denſelben nur partiell zu; ſo giebt es z. B. flüchtige, feuerbe-

ſtändige, ſehr ſchmelzbare, während andere wiederum nur unvollkommen geſchmolzen werden können; es giebt Metalle, welche unter dem Hammer zu dünnen Blättern geſchlagen werden, andere dagegen ſind ſpröde und laſſen ſich in Pulver verwandeln; mehrere ſind an der Luft unveränderlich, andere aber abſorbiren den Sauerſtoff derſelben, entweder ſchnell oder nur langſam. In Abſicht auf die Menge, in welcher die Metalle gefunden werden, findet ebenfalls ein großer Unterſchied ſtatt; Eiſen z. B. bietet die Natur im Überfluß dar, während Andere nur ſehr ſelten getroffen werden.

708. Da die Metalle ſo verſchieden ſind, ſo iſt es nothwendig, obſchon einigermaſſen ſchwierig, ſich zuerſt mit dem Studium der allgemeinen Eigenſchaften zu befaſſen. Wir werden hierbei eine ſtrenge Ordnung befolgen, welche uns den zu nehmenden Weg vorzeichnet, und wodurch wir zugleich in den Stand geſetzt werden, zur Kenntniß derjenigen Eigenſchaft zu gelangen, welche ihnen gemeinſchaftlich zukommen.

Folgendes iſt die Ordnung, welche wir annehmen:

Phyſikaliſche Kennzeichen der Metalle.

1.) Farbe, Kryſtalliſation und Textur.
2.) Dichtigkeit oder ſpezifiſches Gewicht.
3.) Hämmerbarkeit.
4.) Fähigkeit ſich in Draht ziehen zu laſſen.
5.) Ausdehnung durch Wärme.
6.) Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit.
7.) Spezifiſche Wärme.
8.) Elektriſche Eigenſchaften.
9.) Magnetiſche Eigenſchaften.

Chemiſche Kennzeichen der Metalle und ihrer binären Verbindungen.

1.) Die Metalle im Allgemeinen; Klaſſifikation derſelben.
2.) Metalloxyde.
3.) Chlormetalle.
4.) Schwefel- und Selen-Metalle.

5.) Phosphor- und Arſenik-Metalle
6.) Stickſtoffmetalle.
7.) Waſſerſtoffmetalle.
8.) Legirungen.

Von den Metallſalzen.

1.) Allgemeines Geſetz ihrer Zuſammenſetzung.
2.) Bildung der Salze.
3.) Reaktion der Salze gegen einander.
4.) Allgemeine Charaktere der durch verſchiedene Säuren gebildeten Salze.
5.) Von den Sauerſtoffſalzen.
6.) Von den Chlor- Brom- Jod- und Fluor-Salzen.
7.) Von den Schwefel- und Selen-Salzen.

Nachdem die allgemeinen Charaktere dieſer Gruppen feſtgeſtellt ſind, wird es ſehr leicht werden, die einzelnen Metalle nach einander zu ſtudiren, indem wir dann zugleich in unmittelbarer Verbindung mit jedem Metall die von ihm abſtammenden wichtigen Verbindungen betrachtet werden. Die beſondern Eigenſchaften dieſer ſämmtlichen Verbindungen, ſo wie ihre Bedeutung und Anwendung in induſtrieller Hinſicht können dann leicht, klar und gedrängt dargeſtellt werden, worauf beim Studium einer ſo bedeutenden Anzahl verſchiedenartiger Körper viel ankommt.

Capitel I.

Phyſikaliſche Eigenſchaften der Metalle.

709. **Glanz und Farbe.** Der Glanz iſt eines der am meiſten in die Augen fallenden und am leichteſten zu beobachtenden Kennzeichen der Metalle; es zeigt ſich derſelbe an allen Metallen, welche man in ganzen Stücken oder in grober Pulverform betrachtet; dagegen mangelt er den in Staub verwandelten Metallen, an welchen man ihn wieder hervorrufen kann, wenn man ſie auf einem Stück Papier heftig mit einem Polirſtein von Agat reibt.

Der Metallglanz hängt theils von der, dieſen Körpern eigenen Undurchſichtigkeit, theils aber auch von der Eigenſchaft, leicht eine mehr oder weniger vollkommne Politur zu erlangen, ab. Beide Umſtände zuſammengenommen, bewirken die Reflexion der Lichtſtrahlen, welche auf ihre Oberfläche fallen, indem die Undurchſichtigkeit den Durchgang der Strahlen und ihre Politur die Abſorption des Lichts verhindert, welche letztere von kleinen partiellen Lichtreflexionen, die ſtets auf rauhen Körpern ſtatt finden, herrührt.

Da man nun annimmt, dünne Goldblättchen ſeyen durchſichtig, ſo würde dieß der angeführten Behauptung widerſprechen, wenn wir überhaupt die Undurchſichtigkeit als etwas Abſolutes betrachten wollten. Einige Phyſiker zweifelten zwar, daß das mit dem Goldblättchen angeſtellte Experiment zu einem entſcheidenden Reſultat führe, allein wir haben Urſache zu glauben, daß dieſe Durchſichtigkeit wirklich exiſtirt. Bringt man ein ſehr dünnes Goldblättchen zwiſchen das Auge und das Licht, ſo paſſirt unbeſtreitbar eine namhafte Menge Licht durch das Gold. Man gewahrt, daß das durchgegangene Licht ſchön grün erſcheint, undbemerkt andrerſeits eine gleiche Färbung, wenn man ſehr fein zertheiltes, in

Waſſer ſchwimmendes Gold beim durchgehenden Licht betrachtet. Es iſt wahrſcheinlich, daß in beiden Fällen die grüne Färbung von einem eigentlichen Durchgang der Lichtſtrahlen durch die kleinen Goldtheilchen ſelbſt herrührt, und daß jene nicht etwa durch die zwiſchen ihnen befindlichen Räume oder kleinen Löcher paſſiren, welche man in demſelben annimmt. Wollte man dieß beweiſen, ſo müßte man mehreremal hinter einander denſelben leuchtenden Strahl von polirten Goldflächen zurückwerfen laſſen und die Färbung beobachten, welche dieſer Strahl nach den verſchiedenen Reflexionen annimmt. Dieſer Verſuch wurde von Bened. Prevoſt angeſtellt, welcher, wie ſich erwarten ließ, fand, daß die natürliche Farbe des Goldes dadurch ſo erhöht wurde, daß ſie faſt orangeroth erſchien.

Es kann demnach die grüne Farbe des Goldes, welche es in ſehr dünnen oder fein zertheilten Zuſtand zeigt, wenn man es zwiſchen das Auge und den Lichtſtrahl bringt, nicht vom zurückgeworfenem Lichte herrühren, ſondern muß vielmehr dem durchgehenden Lichte angehören, und mithin ſind alſo die Goldtheilchen durchſichtig.

Die Farbe des Goldes, bei reflektirtem Licht geſehen, iſt folglich orangeroth und bei durchgehendem Lichte grün, was mit der Erfahrung ganz übereinſtimmt.

Beſitzt nun das Gold, als eines der dichteſten Metalle, die Eigenſchaft, durchſichtig zu ſeyn, ſo muß man annehmen, daß auch andere Metalle ſich auf gleiche Weiſe verhalten. Die Farben, welche ſie in einem ähnlichen Falle zeigen würden, können mit ziemlicher Gewißheit von denen abgeleitet werden, die ſie bei zurückgeworfenem Lichte beſitzen.

Die meiſten Metalle haben entweder eine rein weiße, grau weiße oder bläuliche Farbe. Gold, Kupfer und Titan allein ſind es, die gelb oder orange gefärbt erſcheinen. Man kann übrigens noch nicht aus dieſer gewöhnlichen Farbe der Metalle auf ihre eigenthümliche Farbe ſchließen; dieſe wird nach Verhältniß ihrer beträchtlich reflektirenden Kraft in der großen Maſſe weiſen Lichtes ſo eingehüllt, daß ſie beinahe ganz verſchwindet, wenn man nur ein einfaches Metallblättchen betrachtet.

710. Wir laſſen hier die Hauptfarbennüancen folgen, welche ſich an den Metallen darbieten, wenn ſolche entweder in einfachen Blättchen, oder in größern Stücken betrachtet werden.

Silber glänzend weiß.
Zinn graulich weiß.
Kadmium desgl.
Kalium desgl.
Natrium desgl.
Wismuth gelblich weiß.
Kobalt
Mangan
Cerium } weißgrau.
Rhodium
Platin
Palladium
Nickel
Merkur
Iridium } bläulich weiß.
Tellur
Antimon
Blei
Zink
Eiſen bläulich grau
Osmium bläulich ſchwarz.
Molybdän grau.
Wolfram grau.
Uran röthlich braun.
Gold gelb.
Kupfer röthlich gelb.
Titan, noch dunkler röthlich gelb.

711. Dieſe Nüancen bezeichnen nur die wahren Farben des Metalls, in ſo ferne dieſe einen beſtimmten Charakter haben. Um dieſe reine Farbe wirklich oder doch wenigſtens annäherungsweiſe zu finden, muß man das Verfahren von Prevoſt anwenden.

Eine Goldplatte nämlich erſcheint gelb, allein dieſes Gelb wird noch dunkler, wenn die von dieſer Platte zurück-

geworfenen Strahlen auf einer zweiten aufgefangen und von da erſt dem Auge zugeſendet werden. Die Stärke der Farbe wird durch eine dritte, vierte und fünfte Reflexion noch erhöht, und wenn man bis zur zwölften oder dreizehnten kömmt, ſo wird die Farbe ganz dunkel orangeroth, was wahrſcheinlich die eigentliche Farbe des Goldes iſt.

Man löſcht, ſo zu ſagen, durch dieſes Kunſtſtück alle weißen Lichttheile aus, indem man ſo in die reflektirten Lichtſtrahlen keine fremde Farbe bringt.

Das Kupfer bietet dieſelbe Farbenerhöhung dar, wenn man das Licht auf gleiche Weiſe hinreichend reflektirt, ſo daß es am Ende beinahe ſcharlachroth erſcheint.

Dieſe Reſultate konnten allerdings vorhergeſehen werden, allein in Betreff der weißen Metalle iſt dagegen ſchwer voraus zu beſtimmen, welche Farbe ſie, auf ſolche Weiſe betrachtet, haben müſſen. So wird das rein weiße Silber faſt ganz gelb und goldähnlich. Mit dem Zinn iſt es derſelbe Fall.

Die nämliche Erſcheinung, bietet ſich ſchon dar, wenn man in das Innere eines etwas tiefen polirten Gefäßes von Kupfer oder Gold blickt. Die Farbe iſt dann ſtets ſtärker und beſtimmter als auf einer einfachen Platte. Es erklärt ſich hieraus zur Genüge, wie gewiſſe Formen, welche man den Edelſteinen giebt, in Abſicht auf den Glanz, den man an denſelben zu haben wünſcht, ſo vortheilhaft ſind.

Die erwähnten Verſuche laſſen ſich äußerſt leicht anſtellen. Man ſtellt auf eine horizontal liegende Metallplatte, welche die Stelle eines Spiegels vertritt, eine andere kleinere Platte unter einem Winkel von 8—10 Graden, und fängt nun das direkte Licht auf. Betrachtet man jetzt die horizontal liegende Platte, ſo bemerkt man das Bild der andern mit ihrer gereinigten Farbe.

Prevoſt glaubt, daß alle Metalle auf gleiche Weiſe betrachtet, ihre reine, charakteriſtiſche Farbe zeigen werden, und wir theilen dieſe Anſicht mit ihm.

712. Kryſtalliſation. Alle Metalle ſind fähig zu kryſtalliſiren. Die ihnen eigenen Formen ſind äußerſt einfach, verdienen aber ſpezieller betrachtet zu werden, indem ſich

vorzüglich hieraus für die Theorie des Iſomorphismus Stoff ſchöpfen läßt.

Gewiſſe Metalle finden ſich ſchon in der Erde kryſtalliſirt vor, wie z. B. das Gold, Silber und Kupfer; andere kryſtalliſiren, wenn man ſie behandelt wie den Schwefel (104); man erhielt einige regelmäßig kryſtalliſirt, andere dagegen ſah man noch nicht in regelmäßigen und deutlich beſtimmbaren Formen.

Zu denjenigen Metallen, welche die größten und ſchönſten Kryſtalle liefern, gehört vor allen das Wismuth. Man ſchmelzt es, läßt es dann im Tiegel erkalten, bis die Oberfläche anfängt zum erſtarren, und gießt nun die noch flüſſige Maſſe ſchnell aus; der Boden des Tiegels oder Scherbens iſt dann mit mehreren Linien großen, kubiſchen Kryſtallen ausgekleidet. *)

Zinn und Blei erhält man auf dieſelbe Weiſe kryſtalliſirt, beſſer und vollkommner aber gelingt der Verſuch ſtets mit Wismuth.

Es ſcheint, daß viele Metalle fähig ſind zu kryſtalliſiren, wenn ihre kleinſten Theilchen mitten in einer geſchmolzenen Maſſe ſich frei bewegen können. Es gilt dieß wenigſtens von kryſtalliſirtem Wolfram und Uran; und nur auf dieſe Weiſe erhält man von den unſchmelzbaren Metallen leicht Kryſtalle.

Die faſt in allen Fällen anwendbare, obſchon nicht ſehr bequeme Methode beſteht übrigens darin, daß man Körper, welche die gewünſchten Metalle enthalten, mittelſt einer ſehr ſchwachen galvaniſchen Säule zerſetzt, nnd dieſe längere Zeit auf die Verbindung einwirken läßt. Die an einem der Pole ſich abſetzenden Metalle bilden öfters Kryſtalle von beträcht-

*) Dieſer ſchöne und belehrende Verſuch gelingt nicht mit dem im Handel vorkommenden Wismuth, weil dieſes Metall gewöhnlich noch etwas Arſenik und Antimon enthält, was die Kryſtalliſation ſehr hindert und abändert. Man entfernt dieſe beiden Körper, indem man das Metall mit etwas Salpeter rothglüht und dieſe Operation ſo lange wiederhohlt, bis die Kryſtalliſation leicht vor ſich geht. Man erhält zwar auch Kryſtalle von dem Wismuth des Handels, allein ſie ſind klein und beſitzen die Farbe des Metalls, während die Kryſtalle des gereinigten Wismuths ſehr groß ſind und ein ſchönes Farbenſpiel zeigen, was wahrſcheinlich von einem äußerſt dünnen Oxydhäutchen herrührt, welches ſich hierbei bildet.

licher Größe. Bequerel ſtellte auf dieſe Weiſe eine Reihe ſchöner und meßbarer Kryſtalle von Metallen dar.

Die Structur oder Textur der Metalle hängt wahrſcheinlich, wenn die Kryſtalliſation ruhig vor ſich gegangen iſt, von ihrer kryſtalliniſchen Form ab. Wismuth und Antimon z. B. zeigen beim Zerſchlagen auf dem Bruche mehr oder weniger ausgebildete Kryſtallflächen. Auch an dem Silber, Zinn, Blei, Kalium, Natrium ꝛc., welche ſämmtlich zu hämmerbar ſind, um ſich nach der Richtung ihrer Blätterdurchgänge brechen zu laſſen, bemerkt man das Vorhandenſein, ſo wie die Richtung derſelben, wenn man die Oberfläche eines Gußes betrachtet, welcher langſam erkaltet iſt.

Bringt man nun die Metalle in dieſem Zuſtande unter den Hammer, die Walzen oder in das Drahtzieheiſen und läßt dieſe Werkzeuge drauf wirken, ſo lange das Metall durch die Wärme noch erweicht iſt, ſo verſchwindet die gewöhnliche kryſtalliniſche Structur und eine durch dieſe Kraft bewirkte und erzwungene Anordnung der Theilchen tritt an ihre Stelle, die ſämmtlichen Theilchen oder Faſern des Metalls umfaſſen oder umſchlingen ſich gleichſam unter dem Hammer, oder reihen ſich parallel an einander in dem Zieheiſen ꝛc. Hieraus gehen mannichfaltige Veränderungen in den phyſiſchen Eigenſchaften der Metalle hervor. Die Dehnungsfähigkeit durch Wärme, ihr Vermögen, die Wärme und Elektrizität zu leiten, ihre Dichtigkeit ꝛc. erleiden gewöhnlich Modifikationen. Die Härte wächſt hiebei beinahe immer; die Zähigkeit nimmt zu, allein da dieſe Veränderungen nicht immer auf gleiche Weiſe ſtatt haben, ſo müſſen wir die ſpezielle Betrachtung dieſes Gegenſtandes bis zur Beſchreibung der einzelnen Metalle verſparen, und uns begnügen von dieſen Eigenſchaften hier nur im Allgemeinen zu ſprechen.

713. Dichtigkeit. Die Dichtigkeit der Metalle iſt ſehr verſchieden. Folgende Tafel giebt eine Überſicht hiervon.

Platin	20,98	nach Briſſon.
Gold	19,258	„ demſelben.
Iridium . . .	18,680	„ Children.

Wolfram . . .	17,6	nach	D'Elhuyart.
Queckſilber . .	13,568	„	Briſſon.
Palladium . .	11,3—11,8	„	Wollaſton.
Blei	11,352	„	Briſſon.
Silber	10,474	„	demſelben.
Wismuth . . .	9,822	„	demſelben.
Kobalt	8,538	„	Haüy.
Uran	9,000	„	Buchholz.
Kupfer	8,895	„	Hatſchett.
Kadmium . . .	8,604	„	Stromeyer.
Nickel	8,279	„	Richter.
Eiſen	7,788	„	Briſſon.
Molybdän . .	7,4	„	Hielm.
Zinn	7,291	„	Briſſon.
Zink	6,861 bis 7,1	„	demſelben.
Mangan	6,85	„	Bergmann.
Antimon	6,702	„	Briſſon.
Tellur	6,115	„	Klaproth.
Titan	5,3	„	Wollaſton.
Natrium	0,972	„	Gay-Luſſac und Thenard.
Kalium	0,865	„	denſelben.

Wir haben bereits zu zeigen geſucht, daß dieſe Dichtigkeiten in naher Beziehung zu der Anordnung oder der Größe der Atome ſtehen. Es iſt auch nicht unwahrſcheinlich, daß man ein ähnliches Verhalten an allen Metallen wahrnehmen würde, wenn man das ſpezif. Gewicht derſelben, welches durch die gewöhnlichen Methoden beſtimmt, ſo vielfach von einander abweicht, genauer beſtimmen wollte; man bemerkt übrigens eine große Verſchiedenheit an der Dichtigkeit der einzelnen Metalle ſelbſt, je nachdem ein geſchmolzenes Metall ruhig erkaltet, oder vom Hammer geſtreckt, gewalzt, oder zu Draht ausgezogen worden. Dieſe mechaniſchen Operationen drücken die Maſſe zuſammen und ſteigern ihre Dichtigkeit ſehr beträchtlich. Bisweilen wächſt dieſelbe aber gar nicht, ſondern wird hierdurch im Gegentheil vermindert. Die meiſten Metalle jedoch gehören dem erſten Falle an, blos vom Blei gilt der zweite; es iſt aber auch

möglich, daß dieſe Eigenſchaft überhaupt allen ſehr weichen Metallen zukömmt, die nicht fähig ſind, auf eine beſtimmte Weiſe zu kryſtalliſiren.

714. Hämmerbarkeit und Dehnbarkeit. Mehrere Metalle dehnen ſich, wenn ſie Hammerſchlägen ausgeſetzt werden, zu dünnen Platten oder Blättern aus, einige dagegen werden durch dieſe Operation in Staub verwandelt andere aber laſſen ſich platt ſchlagen, obgleich unvollkommen indem ſie berſten und viele Riſſe erhalten. Die Erſteren heißt man hämmerbar; die übrigen werden mehr oder weniger ſpröde genannt. Unter Hämmerbarkeit verſteht man demnach die Eigenſchaft einiger Metalle, ſich unter dem Hammer oder auf andere Weiſe in dünne Platten ausdehnen zu laſſen.

Nur wenige Metalle geben unter dem Hammer dünne Platten; dagegen bezweckt man dieß weit leichter durch ſogenannte Walzwerke. Dieſe beſtehen aus zwei Zylindern von Stahl oder Gußeiſen, die gewöhnlich horizontal geſtellt und in beſtimmter Entfernung von einander gehalten werden. Beide Zylinder drehen ſich nach derſelben Richtung um ſich ſelbſt, während man durch den zwiſchen beiden befindlichen Raum die Metallplatte gehen läßt, welche dünner gewalzt werden ſoll. Es leuchtet von ſelbſt ein, daß die Entfernung beider Zylinder geringer ſein muß, als die Dicke der zu walzenden Platte; eben ſo klar iſt es, daß ſie an dem einen Ende, wo ſie zuerſt von den beiden Zylindern gefaßt werden ſoll, etwas dünner ſein muß. Iſt die Platte einmal von den Zylindern gepakt worden, ſo muß ſie der Bewegung folgen und wird hierdurch dünner und länger zugleich.

Die Verlängerung ſteht übrigens nicht im Verhältniß zum Dünnerwerden der Platte, überhaupt aber wird durch dieſe Operation das Volum der Metallmaſſe vermindert. Das Metall wird auch zugleich härter und ſpröder. Wollte man mit dem Walzen unaufhörlich fortfahren, ſo würden ſich hinſichtlich dieſer Härte große Schwierigkeiten entgegen ſtellen, und die Platten würden voll Riſſe werden. Um dem durch Walzen ſpröde gewordenen Metall ſeine vorige Weichheit und Dehnbarkeit wieder zu geben, braucht man es nur

roth zu glühen und langſam dann erkalten zu laſſen, was man ausglühen oder auswärmen nennt. Die Wirkung dieſes Ausglühens iſt leicht zu erklären. Bei dem Durchgange durch das Walzwerk werden die Theilchen einander gewaltſam genähert, und zwar ungleich ſtärker, als dieß im Zuſtand des natürlichen Gleichgewichts der Fall iſt. Dieſe Metalltheilchen ſind dann ſo dicht an einander gereiht, daß ſie viel ſchwerer über einander weg gleiten, und aus dieſem Grunde ſind ſie dann härter und ſpröder geworden. Erhitzt man ſie nun bis zur Rothgluth, ſo entfernt die ausdehnende Kraft der Wärme die Theilchen wieder, welche beim Durchgange durch das Walzwerk, einander ſo ſehr genähert worden ſind, und durch langſames Erkalten reihen ſie ſich wieder wie gewöhnlich an einander.

Wir führen hier die Reihe dehnbarer ſowohl, als ſpröder Metalle auf.

Dehnbare oder hämmerbare Metalle.

Silber,	Gold,
Kadmium,	Osmium?
Kupfer,	Palladium,
Zinn,	Platin,
Eiſen,	Blei,
Iridium?	Kalium,
Queckſilber,	Natrium,
Nickel,	Zink.

Spröde Metalle.

Antimon,	Molybdän,
Wismuth,	Rhodium,
Cerium,	Tellur,
Chrom	Titan,
Kobalt,	Wolfram,
Tantal,	Uran.
Mangan,	

715. Die Wirkung des Walzwerkes und des Drahtzugs auf die Metalle iſt ſo verſchieden, daß wir jede beſonders betrachten müſſen. Zuvörderſt wollen wir nun die

Hämmerbarkeit ins Auge faſſen, und werden dann die Dehnbarkeit vornehmen.

In nachſtehender Reihe ſind die Metalle nach dem Grade ihrer Hämmerbarkeit geordnet. Die hämmerbarſten ſtehen oben an.

Metalle, welche nach dem Grade der Leichtigkeit, mit welcher ſie durch das Walzwerk gehen, geordnet ſind.

Gold,
Silber,
Kupfer,
Zinn,
Platin,
Blei,
Zink,
Eiſen,
Nickel,
Palladium?
Kadmium?

Bereits weiter oben wurde erwähnt, daß man ſich gewöhnlich des Walzwerks bedient, um den Metallen Platten- oder Blechform zu geben, allein man muß hierbei zwei Fälle wohl unterſcheiden: bald will man Platten von beträchtlicher Dicke erhalten, und dann gießt man das Metall, wenn es ſchmelzbar iſt, in Tafeln, welche hierauf in das Walzwerk kommen und ſo lange durch daſſelbe gehen müſſen, bis ſie die gewünſchte Dicke erhalten haben. Bald braucht man viel dünneres Blech oder Blättchen und in dieſem Falle wendet man den Hammer an; dieß gilt bei der Verfertigung des geſchlagenen Goldes und Silbers, ſo wie des Kupfers. Dieſe können nicht ſo dünn unter dem Walzwerke ausgedehnt werden, weil dieſes Werkzeug auf der Oberfläche ſeiner Zylinder nie ſo regelmäßig ſeyn kann, als erforderlich iſt, um die Blätter ihrer ganzen Breite nach aufs Genaueſte zuſammen zu preſſen.

Zeigt nun endlich der Hammer keine Wirkung mehr auf das längere Zeit gehämmerte Metall, ſo kann man daſſelbe noch

ungemein viel dünner erhalten, wenn man es mit einem dickeren Draht oder Blatt von anderem Metall verbindet und nun aufs Neue Walzwerk, Hammer oder Drahtzug darauf wirken läßt.

716. Reaumur ſtellte hierüber mit dem Golde äußerſt merkwürdige Verſuche und Berechnungen an. Da das Gold viel dehnbarer als die übrigen Metalle iſt, ſo kann man daraus abnehmen, daß durch daſſelbe Verfahren nicht gleiche Reſultate für andere Metalle erhalten werden können.

Eine Unze Gold, welche einen Würfel bildet, deſſen Seiten 5½ Linien meſſen und demnach eine Fläche von 27 Quadratlinien bedecken würde, kann unter dem Hammer des Goldſchlägers ſo ausgedehnt werden, daß ſie eine Fläche von 146 Quadratfuß bedeckt; mithin kann mit einem Gran Gold ein Flächenraum von mehr als 36 Quadratzoll bedeckt werden, und dieſe feinen Blättchen ſind dann gewöhnlich nur $\frac{1}{30000}$ Linie dünn.

Beim erſten Anblick ſcheint es, als ſeyen dieſe Blättchen bereits ſehr dünn, allein ſie können durch den Golddrahtzieher noch 30mal dünner gemacht werden. Zu dem Ende bedeckt man einen Silberzylinder mit Goldblättchen und läßt denſelben durch den Drahtzug gehen. Iſt der Draht fein genug, ſo läßt man ihn durch die Walzen gehen, um ihn zu plätten. Durch dieſe verſchiedenen Operationen wird der Silberzylinder nebſt dem Goldblatt ſo verlängert, daß letzteres ſtets die Oberfläche des ganzen Drahtes bedeckt. Man kann auf ſolche Weiſe eine Fläche von wenigſtens 1200 und bisweilen ſelbſt von 4000 bis 5000 Quadratfuß bedecken, ſo daß das Goldblättchen endlich nicht dicker als $\frac{1}{175000}$ Linie und noch darunter iſt.

Um ſich einen richtigen Begriff von dieſen Größen machen zu können, muß man irgend einen Vergleichungspunkt annehmen. Wir wiſſen, daß man mittelſt der genauſten Inſtrumente eine Linie kaum noch in 1200 Theile theilen kann. Dieſe Theile ſind ſchon ſo klein, daß das bloße Auge ſie nicht mehr bemerkt, und nur durch die vollkommenſten Vergrößerungsgläſer können ſie wahrgenommen werden. Jede dieſer Theilungen aber iſt noch ſo groß, daß 800 Gold-

blättchen von der Dicke des dünnſten, welches der Drahtzieher darzuſtellen vermag, darauf gehen.

Betrachtet man dieſe Reſultate etwas genauer, ſo kann man ſich kaum des Zweifels an der Richtigkeit derſelben erwehren, und doch ſtehen dieſe Thatſachen feſt. Läßt man auf die vergoldeten Silberdrähte, Salpeterſäure einwirken, ſo verwandeln ſie ſich in außerordentlich dünne und zerbrechliche Goldröhrchen, indem blos das Silber von dieſer Säure aufgelöſt, das Goldhäutchen aber, womit erſteres bekleidet iſt, unberührt gelaſſen wird. An dem Goldhäutchen nimmt man einen ununterbrochnen Zuſammenhang wahr, ſo daß man die bereits bemerkte Ausdehnung anzunehmen gezwungen iſt.

717. Es ſcheint, daß zwiſchen dem Durchgange der *Metalle* durch den Drahtzug und das Walzwerk kein großer Unterſchied ſtatt findet; allein die Erfahrung beweiſt, daß dem nicht alſo iſt, was aus folgender Reihe zu erſehen iſt.

Metalle, welche nach der Leichtigkeit, mit welcher ſie zu Draht gezogen werden können, aneinander gereiht ſind.

Gold,
Silber,
Platin,
Eiſen,
Kupfer,
Zink,
Zinn,
Blei,
Nickel,
Palladium?
Kadmium?

Mit Ausnahme des Goldes und Silbers haben hier die übrigen Metalle ihre relative Stelle beträchtlich verändert; ſo iſt z. B. das Eiſen, welches vorher die achte Stelle ein nahm, zur vierten Stelle in dieſer Reihe hinaufgerückt. Nach den in Beziehung auf das Walzen der Metalle erhaltenen Reſultaten, war es ziemlich wahrſcheinlich, daß man mittelſt

eines geeigneten Verfahrens ſie auch in äußerſt dünne Drähte zu ziehen im Stande ſeyn würde. Dieſe Aufgabe wurde von Wollaſton auf eine äußerſt ſinnreiche Weiſe gelöſt. Zieht man einen einfachen Draht durch das Zieheiſen, ſo iſt ſeine Feinheit immer ſehr beſchränkt. Hat man einen gewiſſen Punkt erreicht, ſo wird die weitere Bearbeitung des Drahtes äußerſt ſchwierig, theils weil er zerreißt, theils aber weil man nicht im Stande iſt, ſo äußerſt feine mikroſcopiſche Löcher zu bohren. Alle dieſe Hinderniſſe hat Wollaſton beſeitigt. Er nimmt einen Metallzylinder, durchbohrt ihn in der Richtung der Achſe und füllt das Loch mit einem Drahte von demjenigen Metall aus, welchem man eine ſehr feine Drahtform geben will. Läßt man nun den mit Draht erfüllten Metallzylinder durch den Drahtzug gehen, ſo werden beide Metalle zugleich ausgedehnt und behalten ihre Durchmeſſer ganz proportional, vorausgeſetzt, daß der Härteunterſchied beider Metalle nicht bedeutend iſt. Wollaſton ſtellte auf dieſe Art äußerſt feine Platindrähte dar, indem er ihnen eine Silberhülle gab, welche nach vollendeter Operation durch reine, verdünnte Salpeterſäure aufgelöſt wurde. In dieſem ſpeziellen Falle, da nämlich das Platin unſchmelzbar iſt, brachte er einen Platindraht in die Achſe eines hohlen Zylinders und goß denſelben mit Silber aus, welches ſo die Hülle des Platins bildete. Auf die erſt genannte Weiſe aber verfuhr er bei Darſtellung eines äußerſt feinen Golddrahtes.

Becquerel zog Stahldraht außerordentlich fein aus, indem er denſelben in Silber einhüllte und dieß zuletzt durch Queckſilber auflöſte; dieſe Operation erfordert jedoch einige Kunſtgriffe, die wir nun näher bezeichnen wollen.

Iſt der mit Silber bedeckte Stahldraht bis zu dem erforderlichen Punkte ausgezogen, ſo nimmt man eine an dem einen Ende verſchloſſene Röhre, füllt ſie mit Queckſilber und läßt dieſes einige Augenblicke darin kochen, um die an derſelben anhängende Luft und Feuchtigkeit zu entfernen. Hierauf bringt man dieſe Röhre umgeſtürzt in ein Queckſilberbad und ſteckt die vom Silber zu befreienden Drähte hinein. Dieſe müſſen ebenfalls in einer Glasröhre vorher faſt roth-

glühend gemacht worden ſeyn, um alle Feuchtigkeit zu entfernen. Das mit Queckſilber gefüllte Glasrohr wird nun auf 150° erhitzt und eine halbe oder dreiviertel Stunden lang in dieſer Temperatur erhalten. Man läßt hierauf den Apparat erkalten und zieht die fertigen Stahldrähte aus der Röhre.

Dieſe Vorſichtsmaßregeln ſind durchaus zu beobachten nöthig, denn in dem äußerſt feinen Zuſtand wird der Stahl ſo oxydirbar, daß die geringſte Spur von Luft oder Feuchtigkeit in dem Apparat ſchon hinreichend iſt, um die nun entblöſten Drähte zu zerſtören. Daſſelbe würde ſtatt finden, wenn man die entblöſten Stahldrähte ſchon aus dem Queckſilber nehmen wollte, ehe ſie vollkommen erkaltet ſind.

Dieſe Drähte ſind jedoch immer ſehr zerbrechlich; ſie kommen ganz magnetiſch aus dem Queckſilber, wahrſcheinlich in Folge der Wirkung des Zieheiſens.

Nachdem wir dieſes intereſſante Verfahren im Allgemeinen kennen gelernt haben, dürfte es nicht unnütz ſeyn, den Durchmeſſer ſolcher Drähte anzuführen, um ſich einen richtigen Begriff davon machen zu können. Wollaſton hat Golddrähte von $\frac{1}{200}$ Millimeter im Durchmeſſer erhalten, und es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß man es noch weiter treiben könnte. Der nämliche Phyſiker ſtellte ſogar Platindrähte von $\frac{1}{1200}$ Millimeter im Durchmeſſer, und äußerſt leicht aber ſolche von $\frac{1}{600}$ bis $\frac{1}{800}$ Millimeter dar. Becquerel zog Stahldrähte bis zu dem Durchmeſſer von $\frac{1}{80}$ Millimeter aus, die 128 Millimeter lang waren.

Wir beſchließen nun die Unterſuchung der allgemeinen Eigenſchaften der Metalle, indem wir noch Einiges in Beziehung auf ihre Zähigkeit, Härte, Klang, Geruch und Geſchmack beifügen.

718. Zähigkeit. Die Zähigkeit der Metalle iſt zuweilen ſehr groß und iſt dann eine äußerſt ſchätzbare Eigenſchaft derſelben. Das Eiſen gehört vor allen hierher. Dieſe Eigenſchaft, wie leicht zu erachten iſt, kann durch anſcheinend ſehr geringfügige Umſtände Veränderungen erleiden. Wir werden dieſe in den ſpeziellen Fällen näher bezeichnen. Hier folgt eine Tafel über die Zähigkeit einiger Metalle.

Gewicht in Kilogrammen, welches zum Zerreißen eines Drahtes von 2 Millimeter Durchmeſſer erforderlich iſt.

Eiſen	249,659	Sickingen.
Kupfer	137,399	Sickingen.
Platin	124,690	Guyton-Morveau.
Silber	85,062	Sickingen.
Gold	68,216	Sickingen.
Zink	49,790	Guyton-Morveau.
Nickel	47,670	Guyton-Morveau.
Zinn	15,740	Guyton-Morveau.
Blei, gemeſſen vor dem Abreißen	12,555	Guyton-Morveau.
desgl. nach dem Abreißen	5,623	Guyton-Morveau.

Die Unterſchiede ſind außerordentlich und doch ſind hier noch nicht einmal die ſpröden Metalle wie z. B. Antimon, Wismuth ꝛc. aufgezählt, welche gewiß eine noch geringere Zähigkeit beſitzen.

719. **Härte.** Die Härte iſt eine Eigenſchaft, welche zwar dem erſtem Anſcheine nach mit ihrer Zähigkeit Zuſammenhang zu haben ſcheint, die aber wahrſcheinlich doch in keiner Beziehung zu derſelben ſteht. Folgende Tafel giebt näheren Aufſchluß darüber.

Metalle, welche nach ihrer Härte zuſammengeſtellt ſind.

Mangan härter als gehärteter Stahl.

Chrom, Rhodium	werden durch Glas nicht geritzt.
Nickel, Kobalt, Eiſen, Antimon, Zink	werden durch Glas geritzt.
Palladium, Platin, Kupfer, Gold, Silber	werden durch Kalkſpath geritzt.

Tellur
Wismuth
Kadmium
Zinn } werden durch Kalkſpath geritzt.
Blei . . durch die Fingernägel geritzt.
Kalium
Natrium } weich wie Wachs.
Queckſilber, flüſſig.

Was den Klang der Metalle angeht, ſo übertrifft er den der meiſten Körper, an den Legirungen jedoch iſt derſelbe nicht ſonderlich ſtark. Die gewöhnlichen Metalle ſind im reinen Zuſtand zu weich, um dieſe Eigenſchaft im hohen Grade beſitzen zu können.

720. **Geruch und Geſchmack.** Jedermann kennt den Geſchmack oder Geruch des Kupfers, Geruch des Eiſens, Geſchmack oder Geruch des Zinns ꝛc. Dieſe Sinnesaffectionen finden wirklich ſtatt, allein es iſt ſchwer ſie zu erklären. Gewöhnlich nimmt man an, daß die das Geſchmacksorgan afficirenden Körper auflöslich, und die riechenden Körver flüchtig ſeyn müſſen; hier aber iſt weder die eine noch die *andere dieſer* Vorausſetzungen vorhanden, und doch ſteht die Thatſache feſt. Was nun auch die Urſache davon ſeyn mag, ſo erſcheint doch der Geſchmack und Geruch dieſer drei Metalle auf eine nicht zu verkennende Weiſe, wenn ſie etwas ſchnell ſo ſtark gerieben werden, daß ihre Temperatur dadurch etwas erhöht wird. Vielleicht kommt dieſe Eigenſchaft dem Metall ſelbſt nicht unmittelbar zu, und muß etwa einem andern dazwiſchen befindlichen Stoffe zugeſchrieben werden. Wir werden ſpäter, wenigſtens was das Eiſen und Zinn betrifft, ſehen, daß ſie bei den metallurgiſchen Operationen ſtets kohlige Stoffe aufnehmen, welche ſehr wohl als die Urſache beſagter Erſcheinungen angeſehen werden können, um ſo mehr, weil nicht alle Metalle dieſe Eigenſchaften beſitzen.

721. **Ausdehnung.** Von allen ſtarren Körpern ſind die Metalle diejenigen, welche ſich durch die Wärme am meiſten *ausdehnen*, und darunter behaupten wiederum das Zink und das Blei den erſten Rang. Die Ausdehnung über-

haupt iſt eine der empfindlichſten Eigenſchaften, denn die geringſte Unreinheit kann ſchon ihren abſoluten Werth in dieſer Hinſicht verändern. Die hier aufzuführenden Zahlen dürfen nur in der Praxis als Annäherungen betrachtet werden. denn ſey es, daß man dieſe Beſtimmungen an reinen oder unreinen Metallen gemacht hat, ſo iſt doch ſehr einleuchtend, daß man ſelten dieſe Metalle eben ſo rein oder unrein zum Verarbeiten erhalten wird; übrigens reichen auch dieſe Beſtimmungen zum alltäglichen Gebrauch aus, und es iſt nur in äußerſt ſeltenen Fällen nöthig, die Ausdehnung des anzuwendenden Metalls aufs Neue zu beſtimmen.

Man kann auf nachſtehender Liſte ſehen, wie groß der erwähnte Einfluß iſt, wenn man die mit engliſchem Zinn erhaltenen Reſultate, was gewöhnlich durch fremde Metalle verunreinigt iſt, mit dem Verhalten des oſtindiſchen Zinns vergleicht, welches gewöhnlich abſolut rein iſt; während das erſte ſich um 0,0025 ausdehnt, zeigt das zweite eine Ausdehnung von 0,0019.

Man ſollte glauben, die Legirungen beſäßen die Ausdehnung des vorherrſchenden Metalls, oder die Ausdehnung ſey vielleicht eine Mittlere der Beſtandtheile, allein dieß iſt nicht der Fall. Wir wollen dieſen Punkt ſpäter erörtern.

Was die Metalle ſelbſt betrifft, ſo zeigen ſich an ihnen große Verſchiedenheiten. Ihr Ausdehnungsvermögen iſt wandelbar, je nachdem ſie entweder nach dem Schmelzen auf gewöhnliche Weiſe erkalten, oder ob ſie hierbei zugleich der Einwirkung des Hammers, der Walzen oder des Drahtzugs ausgeſetzt werden, und man ſie vor der Anwendung nicht mehr auswärmt. Im Allgemeinen ſcheint es, daß dieſe Metalle ſich nach einer ſolchen Behandlung mehr ausdehnen als vorher; nichtsdeſtoweniger aber bietet das Kupfer das Gegentheil dar. Es wäre dennoch möglich, daß in dieſer Hinſicht nichts Allgemeines beſtimmt werden kann; aber man ſollte denken, die Metalle, welche irgend einem Drucke ausgeſetzt worden ſind, erleiden durch die Wärme eine verſchiedene Einwirkung. Sie dehnen ſich auch in dem Maaße, als ſie ausgewärmt werden, aus, und ihre Ausdehnung, welche vorher dem geſchlagenen Metall angehörte, wird nun mehr

oder weniger ſchnell die des gewöhnlichen Metalls, ſo daß ein zuſammengedrücktes Metall nicht blos ſehr verſchiedene Ausdehnungen bei verſchiedenen Temperaturgraden haben wird, ſondern es werden dieſelben auch variiren bei Verſuchen, welche auf gleiche Weiſe, aber nacheinander angeſtellt werden. Man ſieht leicht ein, daß ein zweiter Verſuch ein anderes Reſultat als der erſte geben muß, wenn man dieſelbe Stange anwendet, welche man nun auszuwärmen angefangen hatte.

Um ein Geſetz zu finden, welches die Ausdehnung der Metalle in eine Beziehung zu den Grundeigenſchaften der Materie bringt, ſo müßte man dieſe Metalle unter ſich bei wirklich vergleichbaren Temperaturzwiſchenräumen vergleichen, d. h. *bei gleichen Abſtänden von ihrem Schmelzpunkt.* Es *iſt nicht* zu bezweifeln, daß die Ausdehnung der Metalle mit dem Volumgewicht und dem Abſtand ihrer kleinſten Theilchen im Verhältniß ſteht; allein die bei gleichen Temperaturen gemachten Beobachtungen können uns hier nichts lehren.

Es würde zu dem Ende erforderlich ſeyn, die Metalle *ſämmtlich* bei gleichem Abſtand von ihrem Schmelzpunkt zu beobachten, wo man annehmen kann, daß die Theilchen, wenn nicht in gleicher Entfernung bei allen, doch wenigſtens in proportionalen Abſtänden ſich befinden werden. Die ſchmelzbarſten Metalle ſind zugleich diejenigen, welche ſich bei niedriger Temperatur am meiſten ausdehnen; allein es würde ſehr voreilig ſeyn, wenn man hieraus etwas folgern wollte, denn die äußerſt genauen Verſuche von Dulong und Petit zeigten, daß die Ausdehnung aller ſtarren Körper und beſonders der Metalle, nicht gleichförmig iſt, ſondern mit der zunehmenden Temperatur auch bedeutend wächſt.

	Mittlere Ausdehnung von 0° bis 100°.	Mittlere Ausdehnung von 0° bis 300°.
Eiſen . . .	0,00118	0,00146.
Kupfer . .	0,00171	0,00188.
Platin . . .	0,00884	0,00918.

Hieraus geht hervor, daß die ſchmelzbarſten Metalle zwiſchen 0° und 100° wirklich eine größere Ausdehnung be-

ſitzen können, als andere, weil ſie ihrem Schmelzpunkte näher als jene ſind; es folgt jedoch hieraus nicht, daß ſie in gleichen Abſtänden von dieſem Punkte gleichfalls dieſe Eigenſchaft beibehalten. Man würde z. B. das Blei vielleicht zwiſchen 0° und 100° mit dem Eiſen zwiſchen 800° und 900° vergleichen müſſen, um wirklich vergleichbare Reſultate erhalten zu können; die in dieſer Beziehung gemachten Beobachtungen, welche ſich in folgender Tabelle verzeichnet finden, beruhen für jetzt noch auf der reinen Erfahrung.

Aus dieſem merkwürdigen Geſetze läßt ſich eine ſehr beachtenswerthe Folgerung machen. Da die abſolute Ausdehnung der Metalle ſehr gering iſt, ſo läßt man ſie, um dieſelbe leichter zu meſſen, eine größere Menge von Graden an der Thermometerſkala durchlaufen; offenbar aber iſt der daraus abgeleitete mittlere Werth zu groß, wenn man ihn auf niedrige Temperaturen anwendet, und zu gering, wenn man ihn auf höhere Grade dieſer Skala bezieht. Man würde alſo für dieſe Beſtimmungen ſich am weiteſten von den Temperaturen entfernen müſſen, welche man näher ſtudiren will. Wahrſcheinlich beziehen ſich die in nachſtehender Tabelle aufgezeichneten Reſultate auf das Mittel zwiſchen Temperaturen, welche von einander ſehr entfernt liegen. Zu beträchtlich ſind ſolche, wenn man ſie blos zwiſchen 0° und 100° annimmt.

Lineare Ausdehnung der Metalle zwiſchen 0° und 100° C.

Namen der Metalle.	Ausdehnung für ein als Einheit angenommenes Lineal. In Decimal-Brüchen.	In gemeinen Brüchen.	Namen der Beobachter.
Zink, unter dem Hammer um einen Zoll auf den Fuß verlängert	0,00310833	1/322	Smeaton.
Zink, nicht geſchlagen . .	0,00294167	1/340	Derſelbe.
Blei	0,00284836	1/351	Lavoiſier u. Laplace.
desgl.	0,00286667	1/349	Smeaton.
Zinn, in Körnern (Engliſches.)	0,00248333	1/403	Derſelbe.
Zinn, (fein engliſch) . .	0,00228333	1/438	Derſelbe.
Zinn von Falmouth . . .	0,00217298	1/462	Lavois. u. Laplace.
Zinn, oſtindiſches oder von Peru	0,00193765	1/516	Dieſelben.
Silber	0,00208260	1/480	Troughton.
Kapellenſilber	0,00190974	1/524	Lavois. u. Laplace.
Silber von Pariſer Gehalt	0,00190868	1/524	Dieſelben.
Kupfer	0,00190880	1/521	Troughton.
desgl.	0,00171733	1/582	Lavois. u. Laplace.
desgl. geſchlagen	0,00170000	1/588	Smeaton.
Scheidegold	0,00146606	1/682	Lavois. u. Laplace.
Gold von Pariſer Gehalt nicht ausgewärmt . . .	0,00155155	1/645	Dieſelben.
desgl. ausgewärmt . . .	0,00151361	1/661	Dieſelben.
Wismuth	0,00139167	1/719	Smeaton.
weiches Schmiedeeiſen . .	0,00122045	1/819	Lavois. u. Laplace.
Rundeiſen, durch das Zieheiſen gegangen	0,00123504	1/812	Dieſelben.
Eiſen	0,00125833	1/795	Smeaton.
desgl. durch das Zieheiſen gegangen	0,00144010	1/694	Troughton.
Antimon	0,00108333	1/923	Smeaton.
Palladium	0,00100000	1/1000	Wollaſton.
Platin	0,00099180	1/1008	Troughton.
desgl.	0,00085655	1/1167	Borda.

722. Wärmecapazität. In der Einleitung haben wir bereits eine Tabelle über die Wärmecapazität aller Metalle mitgetheilt, welche durch ſorgfältig angeſtellte Verſuche gefunden worden. Wir kommen auf dieſen Gegenſtand hier nur deshalb wieder zurück, um auf ein von Dulong und Petit entdecktes Geſetz hinzuweiſen, welches eben ſo merkwürdig iſt, wie jenes, welches einen Zuſammenhang zwiſchen den Atomgewichten und den Wärmecapazitäten beurkundet.

Man hatte geglaubt, daß die Wärmecapazität der Metalle ſich beim Zunehmen der Temperatur wenig veränderte; man glaubte ſogar, daß ſie ſich in dem Maaße vermindere, als die Temperatur des Metalls immer höher und höher geſteigert würde. Gerade das Gegentheil findet aber ſtatt, indem die Wärmecapazität mit der Temperatur wächſt.

Es verhält ſich demnach mit der Capazität wie mit der Ausdehnungsfähigkeit, und es ſcheint ſogar, als ſtünde dieſe Eigenſchaften in genauem Zuſammenhang miteinander, denn diejenigen Metalle, deren Ausdehnung am meiſten zunimmt, ſind gerade ſolche, deren Capazität mehr wächſt. Um das Geſetz aufzufinden, welches dieſe Erſcheinungen unter einander verknüpft, bedarf es noch zahlreicherer Verſuche; die von Dulong und Petit angeſtellten laſſen jedoch ſchon keinen Zweifel mehr über die Wirklichkeit der Erſcheinung im Allgemeinen obwalten.

Mittlere Capazität des Eiſens von 0°—100° = 0,1098
von 0°—200° = 0,1150
von 0°—300° = 0,1218
von 0°—350° = 0,1255

Alle unterſuchten Metalle zeigen dieſelbe Abweichung, nämlich:

	Mittlere Capazität zwiſchen 0° u. 100°	— zwiſchen 0° u. 300°.
Queckſilber	0,0330	0,0350
Zink	0,0927	0,1015
Antimon	0,0507	0,0549
Silber	0,0557	0,0611
Kupfer	0,0949	0,1013
Platin	0,0335	0,0355

723. Leitungsfähigkeit. Seit langer Zeit ſchon hat man beobachtet, daß die Metalle die Fähigkeit die Wärme fortzupflanzen nicht alle in demſelben Grad beſitzen. Dieſe Eigenſchaft iſt jedoch bisher noch nicht der Gegenſtand genauer Unterſuchungen geweſen, bis endlich Despretz ſich damit beſchäftigte. Er nahm zu dieſem Endzwecke Metallſtäbe von ziemlich bedeutenden Dimenſionen, und erwärmte ſie an einem Ende gleichſtark, nachdem Thermometer in gewiſſe Entfernungen von einander in dieſelben eingeſetzt waren, womit die Temperatur gemeſſen werden konnte, welche das Metall in ſeiner Maſſe durch Mittheilung erhielt.

Bei gutleitenden Metallen bilden die durch die Thermometer angezeigten Temperaturen, das Mittel zu 0° angenommen, eine abnehmende geometriſche Reihe, wenn ihre Abſtände von der Feuerſtelle in arithmetiſcher Progreſſion wächſt. Für die ſchlechter leitenden Metalle, wie z. B. für Blei, findet die Abnahme noch raſcher ſtatt. Mittelſt der von Fourier gefundenen Formeln kann man aus dieſen Verſuchen das Leitungsvermögen der Metalle finden.

Nach einer minder genauen Methode hat Ingenhousz die Metalle auf folgende Weiſe geordnet. Silber und Gold erhielt den erſten Rang; hierauf kam Kupfer und Zinn; Platin, Eiſen, Stahl und Blei ſtanden den obigen aber weit nach.

Folgendes ſind die von Despretz gefundenen Reſultate:

	Zahlen, welche der Leitungsfähigkeit proportional ſind.
Gold	2004.
Silber	1950.
Kupfer	1800.
Eiſen	750.
Zink	729.
Zinn	609.
Blei	360.

Das Platin ſteht wahrſcheinlich dem Zink oder Zinn nahe.

724. Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit.

Es giebt unter den Metallen ſolche, die flüchtig ſind, während andere faſt ganz fix oder feuerbeſtändig ſind. Die

flüchtigen Metalle ſind: Queckſilber, Kadmium, Kalium, Tellur und Zink. Dieſe ſind in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes flüchtig, d. h. ſie können deſtillirt werden; die vier erſten noch unter der Rothglühhitze, das letzte in der Rothgluth. Andere Metalle wiederum können nicht deſtillirt werden, wenn man ſie allein erhitzt, verflüchtigen ſich aber in bedeutender Menge mit Hülfe eines über ſie hingehenden Gasſtromes. Es iſt vielleicht ſogar möglich, daß viele Metalle hierher gezählt werden können. Dieſe Eigenſchaft iſt am Antimon und Natrium bisher wirklich beobachtet worden; ſie findet ſich übrigens nach Chaudet auch am Wismuth. Alle übrigen Metalle werden unter die feuerbeſtändigen gezählt, allein mehrere davon, wie bereits erwähnt, verflüchtigen ſich in einem Gasſtrom.

Das Queckſilber iſt unter allen Metallen das flüchtigſte; es kocht bei 350° C. Den Kochpunkt der übrigen Metalle hat man bisher noch nicht beſtimmt. Das Queckſilber iſt ſo flüchtig, daß es ſchon bei gewöhnlicher Temperatur Dämpfe bildet. Faraday überzeugte ſich davon, indem er ein Goldblättchen in einer verſchloſſenen Flaſche über eine Schicht Queckſilber aufhing. Nach Verlauf einiger Monate fand er das Goldblatt, welches das Queckſilber durchaus nicht berührte, ganz amalgamirt, d. h. in eine Legirung von Queckſilber und Gold verwandelt. Hiebei konnte alſo das Queckſilber in Dampfgeſtalt mit dem Golde in Berührung kommen.

725. Wenn gleich nicht alle Metalle ſich in Dampf verwandeln können, ſo ſcheinen ſie doch wenigſtens durchgängig bei einer mehr oder minder hohen Temperatur zu ſchmelzen. Es exiſtirt in dieſer Hinſicht ein ſehr bedeutender Unterſchied. Während das Queckſilber bei gewöhnlicher Temperatur flüſſig iſt und ſein Schmelzpunkt ungefähr 40° unter Null iſt, ſo giebt es andrerſeits Metalle, welche in den beſten Öfen nicht geſchmolzen werden können. Dieſe letzteren ſind jedoch deshalb nicht unſchmelzbar; ſie erfordern nur, um geſchmolzen zu werden, die Anwendung des Newmann'ſchen Knallgebläſes, *) wie z. B. das Platin.

*) Dieſer Apparat beſteht aus einem ſehr ſtarken Metallgefäß, in welches man Knallluft, ein Gemenge von 1 Vol. Sauerſtoff- und 2 Vol. Waſſerſtoffgas

Der Schmelzpunkt mehrerer Metalle wurde ſorgfältig beſtimmt. Bei denjenigen, welche unterhalb der Rothglühhitze ſchmelzen, wendete man Queckſilber- oder Luft-Thermometer an; bei ſolchen aber, welche höhere Hitzgrade erfordern, bediente man ſich des Wedgwood'ſchen Pyrometers. Dieſe beiden Beſtimmungsmethoden ſind übrigens nicht vergleichbar. In neueſter Zeit hat Prinſep ein ſinnreiches Verfahren zur Beſtimmung hoher Temperaturen angegeben. Es beſteht in der Anwendung verſchiedener Gold- und Silber- und Gold- und Platin-Legirungen, deren Schmelzpunkt vorher durch das Luftthermometer beſtimmt worden war. Auch der ſpezif. Wärme hat man ſich bedient, um einige hohe Temperaturen zu beſtimmen, allein Dulong und Petit zeigte, daß dieß Verfahren nicht genaue Reſultate liefert. Vielleicht erreichte man dieſen Zweck leichter durch Anwendung der Methode von Biot, welche darin beſteht, daß man einen Eiſenſtab in das geſchmolzene Metall ſteckt, dann deſſen Temperatur in einiger Entfernung davon beſtimmt und hieraus die Temperatur des Bades nach den über die Fortpflanzung der Wärme durch Metalle bekannten Geſetzen berechnet.

Im Folgenden finden wir die Reſultate der bisher über dieſen Gegenſtand angeſtellten Verſuche zuſammengeſtellt.

1.) Schmelzpunkt der unterhalb der Rothglühhitze ſchmelzenden Metalle.

	hundertheil. Thermometer.	
Queckſilber	— 39°	nach mehreren Chemikern.
Kalium	+ 58°	„ Gay-Luſſac und Thenard.
Natrium	+ 90°	„ denſelben.
Zinn	+ 210°	„ Newton.

(33). preßt. Beim Gebrauche läßt man das Gasgemenge aus einer an dem Gefäß angebrachten feinen Röhre ſtrömen und zündet dann den Gasſtrom an; die in der Flamme ſich erzeugende Hitze iſt ſo groß, daß man alle Körper mit Ausnahme der Kohle darin ſchmelzen kann. Zur Vermeidung der hierbei leicht ſich ereignenden ſehr gefährlichen Detonationen, läßt man das ausſtrömende Gas, noch ehe es an die Röhrenmündung gelangt, durch mehrere in der Röhre befindliche feine Drahtgitter paſſiren, wodurch jede Gefahr beſeitigt wird (478). A. u. E.

hunderttheil. Thermometer.

Wismuth	+256° nach Newton.
Blei	+260° „ Biot.
Tellur	etwas höher als Blei.
Zink	+370° nach Brongniart.
Antimon	etwas unter der Rothgluth.
Kadmium	desgl. nach Stromeyer.

2.) Schmelzpunkt der unterhalb der Rothglühhitze nicht ſchmelzbaren Metalle.

nach Wedgwoods Pyrometer.

Silber	20° nach Kennedy.
Kupfer	27° „ Wedgwood.
Gold	32° „ demſelben.
Kobalt	etwas unter dem Eiſen.
Eiſen	130° „ Wedgwood.
Daſſelbe	158° „ Mackenzie.
Mangan	160° „ Guyton.
Nickel	desgl. „ Richter.
Palladium	am wenigſten ſchmelzbar.

3.) Metalle, welche nur ſo weit ſchmelzen, daß ſie in der Schmiedeſſe zuſammen backen.

Molybdän,	Wolfram,
Uran,	Chrom.

4.) Metalle, welche ſelbſt in dem Eſſenfeuer nicht zuſammen backen.

Titan,	Rhodium,
Cerium,	Platin,
Osmium,	Tantal.
Iridium,	

Die Metalle der beiden letzten Klaſſen ſind jedoch nicht unſchmelzbar, denn ſie können mit Hilfe des Newmann'ſchen Knallgebläſes geſchmolzen werden.

726. Elektriſche Eigenſchaften. Die klaren und wichtigen Folgerungen, zu denen uns die elektrochemiſche Theorie zu berechtigen ſcheint, ſind für uns ein triftiger Grund zum genauern und ſorgfältigen Studium der elektriſchen Eigenſchaften der Metalle. Wir können auf verſchiedene Weiſe

zur nähern Kenntniß der Verhältniſſe gelangen, welche in dieſer Beziehung zwiſchen genannten Körpern exiſtiren.

Iſt die elektrochemiſche Theorie richtig, ſo ſcheint es, man dürfe blos die verſchiedenen Metalle mit einander vergleichen und die Kraft näher beſtimmen, mit welcher jedes derſelben in ſeinen Verbindungen mit den nichtmetalliſchen Körpern feſtgehalten wird, die mit Ausnahme des Waſſerſtoffs gegen die Metalle ſtets negativ elektriſch ſich verhalten. Stellt man dieſen Vergleich ſorgfältig an, ſo muß er uns ein getreues Bild von dem elektriſchen Verhältniß liefern, in welchen die bekannten Metalle zu einander ſtehen.

Da jedoch dieſe Vergleichung durch mancherley Umſtände ſchwierig wird, ſo werden die Chemiker noch lange nicht ſicher auf die Reſultate rechnen können, welche ſie finden werden. Wir erwähnen hierbei nur, daß die Reihenfolge, in welcher die Körper zu einem nichtmetalliſchen Stoff ſtehen, nicht die nämliche iſt, in welcher ſie zu dem andern ſtehen; daß ferner für denſelben Körper die Anzahl von Atomen, welche in der Verbindung vorhanden ſind, einen bedeutenden Einfluß auf den Erfolg hat. (S. Einleitung §. 72. Dieſe Umſtände *beweiſen zur* Genüge, daß man auf dieſem Wege nur zu ſchwankenden Angaben gelangen kann.

727. Wir laſſen hier die von Berzelius im Jahr 1819 aufgeſtellte Reihe folgen, in welcher die Metalle nach ihren allgemeinen elektriſchen Eigenſchaften geordnet ſind, und die negativen oben an ſtehen, worauf dann die poſitiven folgen:

1.) Molybdän,
Chrom,
Wolfram,
Antimon,
Tellur,
Tantal,
Titan,
Osmium.

2.) Gold,
Iridium,
Rhodium,

Platin,
Palladium,
Queckſilber,
Silber,
Kupfer,
Nickel,
Kobalt,
Wismuth,
Zinn,
Zirkonium,
Blei,
Cerium,
Uran,
Eiſen,
Kadmium,
Mangan,
Aluminium,
Yttrium,
Beryllium.

5.) Magneſium,
Kalcium,
Strontium,
Barium,
Natrium,
Kalium,
Lithium.

728. Die Metalle der erſten Reihe ſind im Allgemeinen mehr negativ als die der zweiten, und die der zweiten Reihe ſind im Allgemeinen wiederum negativer als die Metalle der dritten. Übrigens iſt in jeder Gruppe die Ordnung der Einzelnen nicht feſt und beſtimmt; es läßt ſich ſelbſt nicht behaupten, daß die Klaſſifikation für die erſte und zweite Gruppe unveränderlich ſicher ſey, denn bisweilen müſſen einige Metalle aus der einen in die andere geſtellt werden.

Wir wollen dieß etwas näher betrachten, um dieſe allgemeine Klaſſifikation beſſer würdigen zu können.

Bei dem Studium der nichtmetalliſchen Körper iſt es leicht, ſcharf beſtimmte Gruppen zu bilden, nämlich:

1.) Fluor, Chlor, Brom, Jod.
2.) Sauerſtoff, Selen, Schwefel.
3.) Bor, Kieſel, Kohlenſtoff.
4.) Phosphor, Arſenik, Stickſtoff.

In jeder dieſer Gruppen iſt die Ordnung nach dem elektriſchen Werthe leicht feſt zu ſtellen; verſucht man aber die ſämmtlichen Körper, welche ſie enthalten, zuſammen zu ſtellen und zu klaſſificiren, ſo ſtößt man auf bedeutende Hinderniſſe. Wenn nun dieſe 13 Körper, die man ſehr genau kennt nicht mit Sicherheit in elektriſcher Hinſicht geordnet werden können, ſo rührt dieß von Unregelmäßigkeiten oder von komplicirten Erſcheinungen her, die ſich an Körpern von verſchiedener Natur darbieten.

Wahrſcheinlich muß man bei den Metallen ähnliche Unterſchiede machen, und nur ſolche mit einander vergleichen, welche ähnliche Eigenſchaften beſitzen. Auf ſolche Weiſe muß man dieſe Körper ſtudiren, denn ſo ſchwierig es auch ſein würde, beſtimmte Beziehungen unter den insgeſammt betrachteten Metallen feſtzuſtellen, ſo leicht iſt es andrerſeits, dieß bei ſolchen Metallen zu thun, welche hinſichtlich ihrer Eigenſchaften einander ſehr nahe ſtehen.

729. Wir werden nun ſehen, ob wir die in Beziehung auf das elektriſche Verhalten der Metalle gemachten Beobachtungen zu ihrer Klaſſifikation anwenden können.

Es iſt eine bekannte Sache, daß zwiſchen zwei mit einander in Berührung gebrachten Metallen, ein Zuſtand des elektriſchen Gleichgewichts eintritt, vermöge deſſen das Eine poſitiv und das Andere negativ elektriſirt wird. In dieſer Beziehung ſtellte Pouillet folgende Reihe auf, in welcher jedes Metall poſitiv gegen das nachfolgende iſt:

Zink,
Blei,
Zinn,
Eiſen,
Wismuth,
Kupfer,
Queckſilber,
Silber,

Gold,
Tellur,
Palladium,
Platin.

Wenn, wie es wahrſcheinlich zu ſeyn ſcheint, die Elektrizität, welche die Metalle bei der gegenſeitigen Berührung entwickeln, eine Folge der Oxydation des einen von ihnen iſt, und wenn das oxydirbarſte die poſitive Rolle ſpielt, ſo ſtellt dieſe Reihe nichts anderes als die größere oder geringere Leichtigkeit dar, mit welcher die Metalle ſich bei gewöhnlicher Temperatur oxydiren. Hieraus erklärt ſich, warum das Silber, was von den meiſten Chemikern als ein poſitives Metall angeſehen wird, den Phyſikern dagegen ein ſehr negatives Metall zu ſeyn ſcheint. Die Contactelektrizität lehrt alſo den Chemikern nichts anderes, als was ſie ſchon aus dem Verhalten des Sauerſtoffs zu den Metallen kennen.

730. Man hat ſchon mehreremale die Leitungsfähigkeit der Metalle für die Elektrizität zu beſtimmen geſucht. Davy, der ſich zuerſt damit beſchäftigte, hält dafür, daß ſie dem Durchſchnitt der Metalldrähte oder Platten proportional ſey und im umgekehrten Verhältniß zur Länge ſtehe. Drückt man die Leitungsfähigkeit des Platins durch 100 aus, ſo findet zwiſchen mehreren anderen Metallen in dieſer Hinſicht folgendes Zahlenverhältniß ſtatt.

Eiſen	82
Platin	100
Zinn	109
Blei	380
Gold	400
Kupfer	550
Silber	600.

Becquerel, welcher ſich mit demſelben Gegenſtand beſchäftigte, fand ſeinerſeits folgende Reſultate:

Kalium	8
Queckſilber . . .	21
Blei	50
Eiſen	95
Platin	100

Zinn	94
Zink	174
Silber	447
Gold	571
Kupfer	609.

Pouillet andrerſeits fand wieder andere Zahlen.

Silber *) . . .	860
Kupfer	738
Gold	623
Eiſen	121
Platin	100.

Damit dieſe Reſultate für den Chemiker brauchbar werden, müſſen ſie reduzirt werden. Man ſetzt hier voraus, daß die Beobachtungen an Drähten von gleicher Durchſchnittsfläche angeſtellt worden, während man jedoch, wenn die Leitungsfähigkeit mit irgend einer chemiſchen Eigenſchaft im Zuſammenhang ſtünde, ſie in Beziehung auf die Atomzahl würde betrachten müſſen, oder was daſſelbe wäre, man würde auf dieſe Weiſe die Leitungsfähigkeit der kleinſten Theilchen ſelbſt beſtimmen. Auf ſolche Weiſe würde man folgende Reihe erhalten, wenn man nämlich annimmt, daß die Atome der Metalle bei gewöhnlicher Temperatur in gleicher Entfernung von einander ſich befinden.

Queckſilber	0,6
Kalium	1
Platin	2
Blei	2
Eiſen	2
Zink	3
Zinn	4
Gold	8
Kupfer	10
Silber	40.

Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß die kleinſten Theilchen aller Metalle bei gewöhnlicher Temperatur gleichweit von

*) Das zu dem Verſuche angewandte Silber hielt $^{986}/_{1000}$ reines Silber und war mithin nicht chemiſch rein.

einander entfernt ſind. Um Anwendung von der Leitungsfähigkeit der Metalle machen zu können, müßte man hierüber Beobachtungen bei verſchiedenen Temperaturen anſtellen, welche von dem Schmelzpunkt der einzelnen Metalle ſämmtlich gleich weit entfernt wären.

Aus den bisher über die Fähigkeit, mit welcher die Metalle die Elektrizität leiten, angeſtellten Unterſuchungen ergiebt ſich übrigens, daß man bis jetzt hiervon noch keinen Gebrauch zu deren Klaſſifikation machen kann.

731. Reibt man zwei Metalle mit einander, ſo wird dieß auch eine Quelle für Elektrizität, oder bewirkt vielmehr eine Aufhebung des elektriſchen Gleichgewichts.

Dieſe Erſcheinung, welche von Becquerel mittelſt äußerſt feiner Apparate ſtudirt wurde, gab Veranlaſſung zur Aufſtellung folgender Reihe, in welcher mit den poſitiven Metallen der Anfang gemacht und dann zu den negativen übergegangen wird, und zwar ſo, daß die untenſtehenden Metalle gegen ein vorhergehendes ſich ſämmtlich negativ verhalten.

Antimon,
Kadmium,
Eiſen,
Zink,
Kupfer,
Silber,
Gold,
Zinn,
Blei,
Platin,
Palladium,
Kobalt,
Nickel,
Wismuth.

Die hier bezeichnete Ordnung kömmt ſo ſehr mit derjenigen überein, welche man erhält, wenn man die Wärme als Erregungsmittel der Elektrizität anwendet, daß man nicht abgeneigt iſt, anzunehmen, die Reibung wirke nur vermöge der dadurch entwickelten Wärme. Becquerel huldigt jedoch dieſer Anſicht nicht, und ſtützt ſich darauf, daß

zwei Metalle, welche durch Reiben ſehr electriſch werden, wie z. B. Antimon und Wismuth, ſich nicht elektriſiren, wenn man ſie ſtark gegen einander ſchlägt.

Was immerhin auch die Kraft ſeyn mag, welche bei dieſen Erſcheinungen thätig iſt, oder von welcher Eigenſchaft dieſe auch herrühren mögen, ſo ſteht doch die Ordnung, zu welcher ſie führen, offenbar nicht im näherem Zuſammenhang mit den allgemeinen chemiſchen Eigenſchaften der Metalle.

732. Wenn man aus zwei verſchiedenen Metallen, einen Kreis fertigt, in welchem die beiden Berührungspunkte der Metalle zuſammengelöthet ſind, ſo braucht man nur das eine derſelben zu erwärmen, um das elektriſche Fluidum in Bewegung zu ſetzen, es wird dann ein Metall poſitiv und das andere negativ elektriſch. Für dieſen Fall läßt ſich ſodann eine Reihe bilden, ähnlich der vorher erwähnten. Cumming that dieß, indem er die Metalle ſo aneinander reihte, daß jedes voranſtehende poſitiv gegen das nachfolgende ſich verhält, und dieſes dagegen negativ gegen jenes iſt. Man erhält ſo folgende Reihe:

Antimon,
Eiſen,
Zink,
Gold,
Kupfer,
Rhodium,
Blei,
Zinn,
Silber,
Mangan,
Kobalt,
Palladium,
Platin,
Nickel,
Queckſilber,
Wismuth,

Beim erſten Blick zeigt ſich hier aber, daß das thermoelektriſche Verhalten in keinem Zuſammenhang mit den chemiſchen Erſcheinungen ſteht.

Becquerel zeigte kürzlich in einer ſehr intereſſanten Abhandlung, daß die von Cumming aufgeſtellte Ordnung nicht ganz richtig iſt; er ordnete die Metalle nach ſeinen eigenen mit großer Genauigkeit und Sorgfalt angeſtellten Verſuchen folgendermaſſen, indem er hierbei auch von den poſitiven ausgeht und die negativen folgen läßt.

Eiſen,
Silber,
Gold,
Zink,
Kupfer,
Zinn,
Platin,

Obgleich dieſe Anordnung von der vorigen verſchieden iſt, ſo genügt ſie doch dem Chemiker nicht mehr. Becquerel zeigte ferner durch äußerſt ſcharfſinnig angeſtellte Verſuche, daß das thermoelektriſche Vermögen der Metalle in unmittelbarem Zuſamenhange mit ihrem Strahlungsvermögen ſteht. Es hängt alſo die elektriſche Bewegung, welche durch die Wärme hervorgebracht wird, von einer phyſikaliſchen Eigenſchaft der Metalle ab, und ſteht in keiner nähern Beziehung zu ihrem chemiſchen Verhalten. Indem Becquerel von dieſem Geſichtspunkte ausging, war es ihm ſogar möglich, die Zahlenwerthe zu beſtimmen, welche die thermoelektriſche Kraft eines jeden dieſer Metalle ausdrücken; wir laſſen dieſe hier folgen:

Eiſen	5
Silber	4,07
Gold	4,052
Zink	4,035
Kupfer	4
Zinn	3,89
Platin	3,68.

Dieſe übrigens für die Phyſik ſehr ſchätzbaren Reſultate dürfen uns jedoch bei der Klaſſifikation der Metalle nicht beſtimmen.

733. Bringt man übrigens die Metalle mit Körpern in Berührung, welche ſich mit ihnen verbinden können, ſo

liefert dieß gleichfalls behufs der Klaſſifikation der Metalle keine beſtimmteren Reſultate. Die Ordnung, in welcher hiernach die Metalle an einander gereiht werden müſſen, hängt dann von der Stärke der Reaktion ab. Sie ändert ſich nach dem angewandten Reagens, nach der Temperatur ꝛc. und zwar ſo ſehr, daß man ſich endlich in komplette Ungewißheit verſetzt ſieht.

Die elektriſchen Erſcheinungen, welche eine ſo bedeutende Rolle bei den chemiſchen Reaktionen ſpielen, kennt man alſo noch bei weitem zu wenig, um ſie bei der Klaſſifikation zum Grunde legen zu können; es iſt ſelbſt nicht möglich mit ihrer Hülfe die Metalle in eine Reihe zu bringen, die ungefähr mit der Anordnung übereinſtimmt, welche man in Folge ihrer chemiſchen Eigenſchaften, als die richtige anſehen kann.

734. Um die Metalle in chemiſcher Hinſicht auf eine brauchbare Weiſe zu klaſſifiziren, darf man nicht bloß einen ihrer Charaktere berückſichtigen, ſondern man muß ihre geſammten Eigenſchaften zum Grunde legen.

Es kann hierbei von verſchiedenen Geſichtspunkten ausgegangen werden. Man kann entweder die in den Künſten *angewandten* Meealle von den nicht benützten trennen, oder die gelben von den weißen, die flüchtigen von den feuerbeſtändigen ꝛc. unterſcheiden, allein es iſt dieß eine zu einſeitige Betrachtungsweiſe, die keine weitern Reſultate herbeiführen kann. Daſſelbe findet ſtatt, wenn man chemiſche Eigenſchaften zu Hülfe nimmt, vorausgeſetzt, daß dieſe bloß von einer einzigen Reihe von Verbindungen hergenommen ſind. Ordnet man demnach die Metalle nach ihrem Verhalten gegen den Sauerſtoff, ſo wird man dieſe Anordnung zwar gut bei allen Reaktionen finden, wo Sauerſtoff mit zugegen iſt, allein ſie wird nicht weiter anwendbar ſein, wenn dieſer Körper nicht mehr mit den damit in Kontact gebrachten Stoffen zugleich auftritt.

Um demnach die Metalle, ſo wie überhaupt alle Körper zweckmäßig zu klaſſifiziren, müßte man ſorgfältig ihre Reaktion gegen eine große Anzahl verſchiedener Stoffe ſtudiren und diejenigen dann zuſammenſtellen, welche die meiſten Charaktere mit einander gemein haben. Obgleich nun

dieſe Aufgabe noch nicht vollkommen gelöſt iſt, ſo kann man doch die Metalle nach ihren bekannten Reaktionen annäherungsweiſe ſo klaſſifiziren, daß die Veränderungen, welche ihre Stellung in der Folge vielleicht noch erleiden dürfte, weder häufig, noch von Bedeutung ſein werden.

Wir werden hier die Metalle nicht nach Familien klaſſifiziren, indem es hierzu nöthig wäre, Ideen vorauszuſchicken, welche ich doch bei Vollendung des dritten Bandes dieſes Werkes wieder modifiziren müßte. Es giebt zwar Metalle, welche in ſo vielen Eigenſchaften einander gleichen, daß ich in dieſer Beziehung keinen Anſtand nehmen würde; hierher gehört z. B. das Titan und Zinn, Chrom und Mangan ꝛc.; andere dagegen müſſen genau geprüft werden, ehe man hierüber entſcheidet. Die auf den angeführten Grundſätzen beruhende und in dieſem Werke angenommene Klaſſifikation werden wir erſt im folgenden Bande kennen lernen, wo die Metalle in Familien gruppirt werden ſollen.

Um nun vorläufig zu zeigen, in welchem Sinne ich dieſe Klaſſifikation nehme, und um daraus erſehen zu können, welchen Nutzen dieſelbe gewährt, ſo werde ich hier die allgemeinen Charaktere einer dieſer Familien mittheilen, deren Beſchreibung den größten Theil dieſes Bandes einnehmen wird.

Erſte Familie.

Erſte Abtheilung.	Zweite Abtheilung.
Kalium,	Barium,
Natrium,	Strontium,
Lithium,	Calcium.

Die zwiſchen dieſen Metallen exiſtirende Ähnlichkeit fiel allen Chemikern auf, denn ſie beſitzen ſehr viele Eigenſchaften gemeinſchaftlich, die wir nun etwas näher beleuchten wollen.

Dieſe ſechs Metalle können das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur zerſetzen.

Ihre Oxyde ſind im Waſſer auflöslich und äußerſt mächtige Salzbaſen.

Sie bilden mit Sauerſtoff auch Überoxyde (Superoxyde), welche weder ſaure noch baſiſche Rolle ſpielen, und die durch Waſſer zerſetzt werden; letzteres treibt einen Theil des Sauerſtoffs aus und verwandelt ſie in einfache Oxyde; bei der erſten Abtheilung findet dieſe Veränderung ſchon bei gewöhnlicher Temperatur ſtatt, bei der zweiten aber erſt in der Siedhitze.

Mit Chlor verbinden ſie ſich nur in einem einzigen Verhältniß.

Die Chlorverbindungen der erſten Abtheilung kryſtalliſiren ohne Waſſer, die der zweiten hingegen enthalten Waſſer.

Die Chlor-, Jod- und Brom-Verbindungen ſind im Waſſer auflöslich.

Dieſe Metalle gehen Verbindungen mit Schwefel in verſchiedenen Verhältniſſen ein; dieſe Schwefelverbindungen ſind auflöslich; die niedrigern Schwefelungsſtufen (Protosulfures) können ſich mit Schwefelwaſſerſtoff vereinigen.

Sie bilden Phosphorverbindungen, welche das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur zerſetzen, wodurch dann unterphosphorichtſaure Salze und Phosphorwaſſerſtoff im *Maximum entſtehen*; ihre Arſenikverbindungen verhalten ſich auf ähnliche Weiſe.

Ihre Oxyde bilden feuerbeſtändige ſchwefelſaure Salze; während aber die ſchwefelſauren Salze der erſten Abtheilung ſehr auflöslich ſind, kommt dieſe Eigenſchaft denen der zweiten in ſehr geringem Grade oder gar nicht zu.

Die ſchweflichtſauren Salze dieſer Metalle werden im Feuer zerſetzt und zerfallen in ſchwefelſaure Salze und Schwefelmetalle.

Ihre ſalpeterſauren Salze zerſetzt das Feuer gleichfalls; die der erſten Abtheilung entbinden Sauerſtoff und es bleiben unterſalpetrichtſaure Salze zurück; die der zweiten Abtheilung liefern Sauerſtoff und ſalpetrichte Säure; der Rückſtand enthält zuweilen ein Überoxyd.

Die Oxyde der erſten Abtheilung bilden Hydrate und kohlenſaure Salze, welche durch Glühen nicht zerſetzt werden können; unter denen der zweiten beſitzt bloß das Barium dieſe Eigenſchaft.

Das Chlor zerſetzt ihre Oxyde in der Rothglühhitze; es treibt den Sauerſtoff aus und bemächtigt ſich des Metalls; bei gewöhnlicher Temperatur vereinigt ſich das Chlor mit ihren Hydraten und bildet Verbindungen von Chlormetallen mit Oxyden; es kann ferner mit denſelben chlorſaure Salze und Chlormetalle erzeugen. Brom und Jod verhalten ſich gegen ſie auf ähnliche Weiſe.

Der Schwefel verwandelt in der Glühhitze ihre Oxyde in ſchwefelſaure Salze und Schwefelmetalle; bei 100° erzeugt er mit ihnen Schwefelmetalle und unterſchweflichtſaure Salze.

Der Phosphor in einer Temperatur von ungefähr 100° bildet mit ihren Hydraten, Phosphorwaſſerſtoff im Maximum und unterphosphorichtſaure Salze.

Der Waſſerſtoff zeigt keine Einwirkung auf ihre Oxyde.

Der Kohlenſtoff wirkt nicht auf die der zweiten Abtheilung, allein er zerſetzt die der erſten, wenigſtens das Kali und Natron.

Ihre Chlor- und einfachen Schwefel-Verbindungen erzeugen mit konzentrirter Schwefelſäure Chlorwaſſerſtoff oder Schwefelwaſſerſtoff.

Alle dieſe Metalle ſind iſomorph. (S. Einleitung §. 46.)

Ich darf unbedenklich behaupten, daß Betrachtungen und Zuſammenſtellungen dieſer Art die Chemie weiter fördern werden werden. Es iſt dieſe Wiſſenſchaft, wenigſtens was das unorganiſche Reich betrifft, ſo weit bereits gediehen, daß man von höhern allgemeinen Geſichtspunkten ausgehen darf, und durchgreifende und offenkundige Ähnlichkeiten berückſichtigen muß. Es iſt dieß bereits bei nichtmetalliſchen Körpern geſchehen, allein für die Metalle beſitzt man in dieſer Hinſicht nur Verſuche. In dem dritten Bande dieſes Werkes werden wir die Metalle auf dieſe Weiſe ordnen und die bekannten Eigenſchaften, ſo wie das chemiſche Verhalten derſelben zum Grunde legen.

735. Ehe wir die allgemeinen Betrachtungen der Metalle beſchließen, wird es nicht unnütz ſein, der Anſichten hier noch zu gedenken, welche man von der Natur dieſer Körper aufſtellte. Dieſe Ideen beruhen auf einer Reihe von Thatſachen, welche einzeln genommen keinen poſitiven Beweis ab-

geben würden, und die insgeſammt betrachtet, eben ſo wenig ein beſtimmtes Reſultat liefern könnten, welche aber immerhin eine nähere Würdigung verdienen. Davy, der dieſen Punkt wiederhohlt zur Sprache brachte, ſcheint derjenige Chemiker zu ſeyn, welcher dieſe Anſichten für die wahrſcheinlichſten hält.

Betrachtet man die Metalle nur als Grundſtoffe, ſo ſtehen mehrere charakteriſtiſche Eigenſchaften dieſer Reihe von Körpern als iſolirte Thatſachen ohne innern Zuſammenhang da.

Hält man ſie dagegen für zuſammengeſetzte Körper, ſo würden dieſe Charaktere durch auffallende Ähnlichkeiten unter einander verknüpft.

Sieht man die Metalle für Verbindungen an, ſo wird man veranlaßt, die Anweſenheit von Waſſerſtoff in denſelben anzunehmen. Es iſt dieß eine wahre Rückkehr zur phlogiſtiſchen Lehre, jedoch mit den Modifikationen, welche der gegenwärtige Stand der Wiſſenſchaft erheiſcht.

Nehmen wir nun wirklich an, die Metalle ſeyen Verbindungen eines unbekannten Radikals mit Waſſerſtoff, ſo ſpricht dafür die Exiſtenz des waſſerſtoffhaltigen Queckſilberammoniums und Kaliumamalgam-Ammoniums. Es ſind dieß Verbindungen, welche einen ſtarken metalliſchen Glanz und alle Eigenſchaften der Metalllegirungen beſitzen. Sie enthalten ſtets Waſſerſtoffſtickſtoff, welcher aus einer Maaß Stickſtoff und vier Maaß Waſſerſtoff beſteht. Man ſchloß hieraus, daß das Ammoniak ſich in ein Metall verwandelt, wenn man den drei darin enthaltenen Volumen Waſſerſtoff noch ein viertes Volum hinzufügt.

Obgleich nun Stickſtoff, Waſſerſtoff und Queckſilber einen Körper bilden, der Metallglanz und alle Eigenſchaften der Legirungen beſitzt, ſo würde es doch zu voreilig ſein, hieraus ſchließen zu wollen, daß Stickſtoff mit Waſſerſtoff verbunden, ein Metall erzeugen kann. Der Stahl oder das Gußeiſen ſind im hohem Grade mit metalliſchem Glanze begabt, obgleich ſie in ihrer Miſchung mehr Kohlenſtoff oder Kieſel aufzuweiſen haben, als man Stickſtoff oder Waſſerſtoff in den angeführten Verbindungen findet. Obgleich nun

das Queckſilberammonium metalliſche Eigenſchaften beſitzt, ſo folgt doch auch hieraus nicht, daß Waſſerſtoff und Ammoniak ein Metall bilden. Da der Kieſel und der Kohlenſtoff auch Verbindungen bilden, welche metalliſchen Charakter haben, ſo verliert die angeführte Thatſache bei dieſem Vergleiche viel von ihrer Wichtigkeit.

Indeſſen zeigt dieſes Faktum, daß wenn die Metalle wirklich zuſammengeſetzte Körper ſind, ſie höchſt wahrſcheinlich Waſſerſtoff enthalten müſſen.

Da das Atomgewicht des Waſſerſtoffs ſehr klein und ſein poſitiver Werth ſehr bedeutend iſt, ſo läßt ſich wohl annehmen, daß in den verſchiedenen Metallen veränderliche Mengen Waſſerſtoff enthalten ſind, und daß die Anweſenheit dieſes Körpers die poſitiven Eigenſchaften des Metalls bedingt.

736. Gay-Luſſac machte vor längerer Zeit eine Bemerkung, die er jedoch nicht weiter verfolgte, die hier aber am rechten Orte iſt. Er beobachtete nämlich, und im Allgemeinen iſt dieſe Thatſache wahr, daß diejenigen Metalle, deren ſpezifiſches Gewicht am kleinſten iſt, den meiſten Sauerſtoff bei der Oxydation abſorbiren; die dagegen, welche ſehr dicht ſind, nehmen am wenigſten Sauerſtoff auf. Dieſe Thatſache läßt ſich auch ſo ausdrücken: die dichteſten Metalle haben das größte und die ſpecifiſch leichteſten Metalle das kleinſte Atomgewicht. Dieß Geſetz iſt zwar nicht allgemein gültig, allein wenn man in dieſer Beziehung die Metalle in zwei Gruppen bringt, ſo findet man, daß wenn die Dichtigkeit zwiſchen 9 und 21 variirt, das Atomgewicht wenig von 1200 abweicht; wenn dagegen das ſpez. Gewicht zwiſchen 9 und 1 und darunter wechſelt, ſo iſt das Atomgewicht wenig von 400 verſchieden. In folgender Tabelle iſt dieß dargeſtellt.

Erſte Gruppe.

Metalle.	Dichtigkeit.	Atomgewichte.
Platin	21	1215,0
Gold	19,2	1243,0
Wolfram	17,6	1183,0
Queckſilber	13,5	1265,8
Palladium	11,8	707,7
Blei	11,3	1294,0
Silber	10,4	1350,0
Wismuth	9,8	1330
Uran	9,0	2711,3

Zweite Gruppe.

Metalle.	Dichtigkeit.	Atomgewichte.
Kobalt	8,5	369,0
Kupfer	8,8	395,6
Kadmium	8,6	696,0
Nickel	8,0	369,7
Eiſen	7,7	339,2
Molybdän	7,4	596,8
Zinn	7,3	735,3
Zink	7,0	403,2
Mangan	6,8	355,7
Antimon	6,7	806,4
Tellur	6,1	403,2
Titan	5,3	340,0
Natrium	0,972	290,9
Kalium	0,865	487,9

Es liegt hier eine unbeſtreibare Thatſache vor. Sind die Metalle nun wirklich einfache Körper, ſo kann man nicht weiter gehen, aber wenn ſie Waſſerſtoff enthalten, ſo iſt eine Erklärung derſelben leicht möglich. In ihren Verbindungen ſpielen die Metalle ſtets eine poſitive Rolle, woraus ſich

ſchließen ließe, daß es eigentlich ihr Waſſerſtoff iſt, der ſich mit andern Körpern verbindet. Demzufolge müßten diejenigen Metalle, welche den meiſten Sauerſtoff aufnehmen, auch die größte Menge Waſſerſtoff enthalten. Da nun der Waſſerſtoff ſehr leicht iſt, ſo müſſen dieſe Metalle auch die geringſte Dichtigkeit beſitzen. Iſt die Verdichtung der Beſtandtheile des Metalls d. h. des Waſſerſtoffs und des Radikals verſchieden, ſo läßt ſich hieraus ferner leicht erklären, warum ſowohl die Dichtigkeit als die Atomgewichte keine regelmäßige Reihe bilden. Dieſe Reſultate ſämmtlich ſtimmen mit denen überein, welche vorſtehende Tabelle aufweiſt.

Sind nun die Metalle aus einem negativen Radikal und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt, welcher Letztere eine poſitive Rolle ſpielt, ſo kann wohl annehmen, daß Erſteres für alle Metalle daſſelbe ſey, es dürften nur z. B. im Platin meh Atome davon vorhanden ſeyn, als im Kalium. Die Metalle, deren Atomgewicht ſehr groß iſt, werden daher im Allgemeinen negative Metalle ſeyn. Sie verbinden ſich ſchwierig mit Sauerſtoff oder mit Chlor ꝛc.; dagegen diejenigen mit einem kleinen Atomgewicht werden poſitiv ſeyn und ziehen Sauerſtoff, Chlor ꝛc. begierig an.

Vereinigen ſich die nichtmetalliſchen Körper mit den Metallen, ſo wird eigentlich die Verbindung zwiſchen ihnen und dem in Letzteren enthaltenen Waſſerſtoff ſtatt finden. Die Oxyde können demnach als Verbindungen von Waſſer mit dem Radikal der Metalle angeſehen werden. Man ſuchte auf dieſe Weiſe die Menge des in jedem Metall befindlichen Waſſerſtoffs zu ſchätzen. In den Überoxyden wäre demnach genug Waſſerſtoff, um den Sauerſtoff in Waſſer zu verwandeln. Das Kalium würde z. B. dann ſechs Atome Waſſerſtoff enthalten, weil es drei Atome Sauerſtoff aufnehmen kann.

737. Wir wollen nicht länger bei dieſen rein ſpekulativen Fragen verweilen, welche man übrigens etwa nicht mit den Träumereien der Alchymiſten, oder den unverſtändlichen Deklamationen der letzten Vertheidiger der phlogiſtiſchen Theorie verwechſeln darf.

Newton hielt die Metalle für zuſammengeſetzte Körper. Davy ging noch weiter und nahm die Exiſtenz des Waſſerſtoffs in den Metallen als ſehr wahrſcheinlich an. Es iſt nicht zu verkennen, daß dieſe Anſicht nebſt ihren unmittelbaren Folgerungen ihn bei den meiſten ſeiner Unterſuchungen leitete.

Nachdem ſich ſolche Autoritäten für dieſe Anſicht ausgeſprochen haben, wollen wir es zum Grundſatze machen, bei allen die Eigenſchaft der Metalle betreffenden Fragen, dieſe Hypotheſen dann zu berückſichtigen, wenn ſich dieſelben nicht durch Analogien oder Vergleichung mit denjenigen Körpern entſcheiden laſſen, welche ſelbſt zuſammengeſetzt ſind. Es iſt die einzige nützliche Anwendung, welche wir von den erwähnten Anſichten machen können; ſie iſt übrigens doch wichtig genug, daß ſie die Anführung derſelben rechtfertigen kann.

Nach dem jetzigen Stande der Wiſſenſchaft kann man nur ſagen, daß die Metalle zuſammengeſetzte Körper zu ſeyn ſcheinen und daß es möglich wäre, daß ſie Waſſerſtoff enthielten. Die große Zahl der Metalle einerſeits, andererſeits weil das Atomgewicht einiger derſelben im Vergleich mit dem des Waſſerſtoffs ſehr groß iſt, ſind die Gründe, welche dieſe Meinung unterſtützen.

Capitel II.

Legirungen.

738. Die Legirungen ſind unter die nützlichſten Verbindungen zu zählen, die wir beſitzen. Da die Metalle in dem Gewerbsleben eine ſo wichtige Rolle ſpielen, ſo iſt es wohl einleuchtend, daß von den Verbindungen derſelben, die ſo mannigfaltiger Art ſeyn können, ohne daß ihr metalliſcher Charakter verloren geht, vielfache Anwendung gemacht werden kann. Es giebt eigentlich wenige Metalle, welche den Bedürfniſſen der Künſte entſprechen, und dieſe fordern bisweilen ſolche Eigenſchaften, die die gewöhnlichen Metalle an ſich nicht beſitzen. In ſolchen Fällen muß man zu den Legirungen ſeine Zuflucht nehmen und diejenigen anwenden, welche die erforderlichen Eigenſchaften haben. Dieß muß uns beſtimmen, die Eigenſchaften der Legirungen näher zu ſtudiren, damit man in den Stand geſetzt werde, in vorkommenden Fällen neue dergleichen zu erzeugen, welche ſtatt der Metalle angewendet werden können.

Unter den vierzig bekannten Metallen ſind nur zwölf, von denen eine wichtige und vielſeitige Anwendung gemacht werden kann; dagegen iſt die Zahl der nutzbaren Legirungen weit beträchtlicher und wird immer noch mehr wachſen.

Die angewendeten Metalle ſind folgende:

Eiſen,	Queckſilber,
Kupfer,	Zink,
Blei,	Platin,
Zinn,	Arſenik,
Silber,	Antimon,
Gold,	Wismuth.

Von dieſen Metallen wird das Platin im reinen Zuſtande angewendet; daß Eiſen, Kupfer, Blei, Zinn, Silber, Gold und Zink werden in manchen Fällen auch unvermiſcht

benützt, allein wenn Härte erfordert wird, ſo muß man ſie in Legirungen verwandeln; das Arſenik, Antimon und Wismuth ſind dagegen zu ſpröde, als daß ſie im reinen Zuſtand benützt werden könnten.

739. Wir wollen durch einige Beiſpiele zu zeigen ſuchen, wie die Künſte die Eigenſchaften, welche die Metalle dadurch erlangen, daß ſie in Legirungen verwandelt werden, zu benutzen wiſſen.

Nehmen wir an, man wolle aus Metallen Buchdruckerlettern machen, ſo könnte man das Eiſen, Kupfer, Zinn und Blei anwenden; die erſten beiden ſind aber zu hart und würden das Papier zerreißen, die beiden andern ſind dagegen zu weich, und würden den Druck der Preſſe nicht aushalten. Zur Vermeidung dieſer Übelſtände müßte man nun die erſten weich machen und die andern härten; um dieſen Zweck zu erreichen, bereitet man eine Legirung von 20 Theilen Antimon und 80 Theilen Blei, und erhält ſo ein neues Metallgemiſch, welches härter als Blei iſt und allen Forderungen entſpricht.

Nicht blos durch die Miſchung der Metalle mit einander verändern ſich deren Eigenſchaften, ſondern auch dadurch daß die Proportionen der Legirungen ſelbſt wechſeln. Verbindet man z. B. 90 Theile Kupfer mit 10 Theilen Zinn, ſo erhält man eine Legirung, deren Dichtigkeit größer iſt, als die mittlere Dichtigkeit der beiden darin enthaltenen Metalle und die übrigens auch zäher, härter und ſchmelzbarer als das Kupfer iſt; dieſe Legirung iſt etwas hämmerbar, wenn ſie langſam erkaltet, ſehr dehnbar dagegen, wenn ſie rothglühend gemacht und im kalten Waſſer abgelöſcht worden. Man verfertigt aus dieſem Metallgemiſche die Kanonen, Medaillen und Standbilder von Erz. Legirt man 80 Theile Kupfer und 20 Theile Zinn, ſo zeichnet ſich dieſe Verbindung durch ihren Wohlklang aus und wird deshalb zu Glocken verwendet. Ändert man das letzte Verhältniß etwas ab, ſo erhält man ein Gemiſch woraus man die Kong-Kongs (tamtam) der Chineſen, Zymbeln und Glocken der Wanduhren verfertigt. Werden 60 Theile Kupfer und 30 Theile Zinn zuſammengeſchmolzen, ſo giebt dieß eine Legirung, welche

einer ſchönen Politur fähig iſt und zu Spiegeln der Teles=kope gebraucht wird.

Jede Anwendung erfordert auch beſondere Eigenſchaf=ten, man muß deshalb neue Legirungen erzeugen, um dieſe hervorzurufen. So enthält z. B. das zum Drehen geeignete Meſſing 2 bis 3 Prozent Blei; dieß paßt aber nicht für Meſſing, was unter den Hammer kommt, denn das bleifreie Meſſing arbeitet ſich gut unter dem Hammer und ſchlecht auf der Drehbank. Man wendet deshalb zu jedem ſpeziellen Zweck eine beſondere Verbindung an. Als Zeichen einer fortgeſchrittenen Ziviliſation darf man deshalb wohl das Vor=kommen der verſchiedenen Arten gebräuchlicher Legirungen im Handel annehmen.

Jede Legirung iſt demnach für die Künſte ein neues Metall, was entweder nützlich iſt oder keine Anwendung findet, je nach ſeinen phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaf=ten. Leider kann man nicht aus der Miſchung ſelbſt im Voraus deren Eigenſchaften beſtimmen; zu dem Ende muß man dieſe ſpeziell ſtudiren, indem man die ganze Reihe mög=licher Legirungen bereitet. Noch iſt in dieſer Hinſicht außer=ordentlich viel zu thun übrig, denn während tauſende von Legirungen möglich ſind, kennt man erſt zwei oder drei hun=dert, und ſelbſt von dieſer kleinen Zahl ſind erſt etwa ſech=zig näher unterſucht worden.

740. Sind die Legirungen Gemenge oder Verbindun=gen in beſtimmten Verhältniſſen? Mehrere Chemiker halten dieſelben für bloße Gemenge und finden eine Stütze dieſer Meinung darin, daß die Metalle ſich in allen Verhältniſſen unter einander verbinden.

Z. B. 100 Theile Silber vereinigen ſich mit 1, 2, 3, ... 100, ... 200, ... 1000 ꝛc. Theilen Blei. Wir ſind nicht dieſer Meinung, denn man kann auch annehmen, daß die Metalle ſich in beſtimmten Proportionen mit einan=der verbinden, und daß dieſe Verbindungen ſich wieder mit einander vereinigen können, wodurch neue Legirungen ent=ſtehen, die von den Verbindungsgeſetzen, welche man bei den übrigen Körpern beobachtete, ſehr abzuweichen ſcheinen. Mehrere Thatſachen ſprechen für dieſe Hypotheſe. Es iſt

bekannt, daß eine geſchmolzene Legirung in der Ruhe ſich in zwei oder drei Schichten abſondert, welches eben ſo viel verſchiedene Verbindungen ſind; ferner, daß wenn man, mit Ausnahme eines Amalgams, eine Legirung erhitzt, welche ein flüchtiges Metall enthält, dieſes ſich faſt nie ganz verflüchtigt, ſondern zum Theil zurückgehalten wird; iſt deſſen Menge gering, ſo iſt es faſt ganz unmöglich es zu verflüchtigen.

Durch genaue Verſuche iſt dargethan worden, daß alles gediegene Gold, was in goldhaltigem Sand vorkommt, zu gleicher Zeit Silber enthält, und daß Gold und Silber in dieſem Falle ſtets in beſtimmten ſtöchiometriſchen Verhältniſſen mit einander verbunden ſind. Man fand, daß das Silber mit 4, 5, 6 . . . . 12 Atomen Gold aber nie mit einem Bruchtheil eines Atoms vereinigt iſt.

Bereitet man ein Amalgam aus einem Theil Silber und 12 bis 15 Theilen Queckſilber, und man preßt nachher das Gemenge in einer Gemſenhaut, ſo ſcheidet ſich daſſelbe in zwei Theile, von denen der eine nur ſehr wenig Silber haltendes Queckſilber iſt, welches durch die Haut geht, während der andere in der letztern zurück bleibt und aus 1 Silber und 8 Queckſilber beſteht und eine kryſtalliſirbare Verbindung in beſtimmten Proportionen iſt. Eine ganz ähnliche Abſonderung findet bei dem zum Belegen der Spiegel benützten Zinnamalgam ſtatt; indem man nämlich dieſe mit Gewichten belaſtet, zwingt man das flüſſigere Amalgam ſich auszuſondern, während ein anderes aus beſtimmten Mengen von Queckſilber und Zinn beſtehendes zurückbleibt, welches kryſtalliſirbar iſt und ſtark am Glaſe anhaftet.

Als letztes Beleg unſerer Behauptung wollen wir noch eine Legirung anführen, welche ſich auf ſehr ausgezeichnete Weiſe in zwei beſtimmt charakteriſirte chemiſche Verbindungen ſcheidet; die Seigerung, eine metallurgiſche Operation, liefert uns ein Beiſpiel hierzu. Um das Silber aus dem Kupfer zu ſcheiden, verſetzt man die Legirung mit einer gewiſſen Quantität Blei, ſo daß Kupfer und Blei in ſtöchiometriſchem Verhältniß mit einander ſich vereinigen. Wird dieſe Doppellegirung nun einer ſtarken Hitze ausgeſetzt, ſo zerfällt ſie in zwei Verbindungen, von welchen die eine viel

leicht flüſſiger iſt und 12 Atome Blei gegen 1 Atom Kupfer enthält; die andere, ſchwerer ſchmelzbare beſteht dagegen aus 12 Atomen Kupfer und 1 Atom Blei. Die letztere zieht zugleich die zwölf dreizehntel Silber an ſich, die nachher auf dem Treibheerde davon abgeſchieden werden.

Dieſe merkwürdige Erſcheinung beweiſt zur Genüge, daß bei allen Legirungen beſtimmte Proportionen ſtatt finden. Miſcht man zwei flüſſige Metalle und läßt die Maſſe erkalten, ſo erzeugen ſich hier ohne Zweifel mehrere Verbindungen nach beſtimmten Verhältniſſen, welche nach Maaßgabe ihrer verſchiedenen Schmelzbarkeit nach einander kryſtalliſiren. Wenn dieſelben bei gewöhnlicher Temperatur ſtarr ſind, ſo zeigt ſich die ganze Maſſe gleichartig; ſetzt man ſie nun einer angemeſſenen Temperatur aus, ſo kann man die am leichteſten ſchmelzbaren zum Fluß bringen, ohne daß die minder ſchmelzbaren flüſſig davon werden. Der Seigerungsprozeß beruht demnach auf der Scheidung, welche durch das Erkalten der geſchmolzenen Maſſe bewirkt wird.

Alle die angeführten Trennungen der Legirungen von beſtimmten Miſchungsverhältniſſen zeigen zur Genüge, daß ſie wirklich in einfachen ſtöchiometriſchen Verhältniſſen zuſammen geſetzt ſeyn müſſen, und wenn ſie ſcheinbar in allen Proportionen gemiſcht werden können, ſo rührt dieß von ihrer Löslichkeit in einander oder in den Metallen ſelbſt her.

741. Eigenſchaften. Die Legirungen haben große Ähnlichkeit mit den Metallen. Gewöhnlich ſind ſie ſtarr, ausgenommen die Amalgame, in welchen das Queckſilber vorwaltet, und die aus 3 Th. Natrium und 1 Th. Kalium beſtehende Legirung, welche bei 0° flüſſig iſt. Alle Legirungen beſitzen ſtarken Metallglanz, ſind undurchſichtig und haben eine eigenthümliche Farbe; die Wärme und Elektrizität leiten ſie ſehr gut.

Die Dichtigkeit der Legirungen iſt bald größer, bald geringer als die mittlere Dichtigkeit der ſie bildenden Metalle.

Legirungen, deren Dichtigkeit größer iſt, als die mittlere Dichtigkeit der Metalle, woraus ſie beſtehen.	Legirungen, deren Dichtigkeit geringer iſt, als die mittlere Dichtigkeit der ſie bildenden Metalle.
Gold und Zink.	Gold und Silber.
Gold und Zinn.	Gold und Eiſen.
Gold und Wismuth.	Gold und Blei.
Gold und Antimon.	Gold und Kupfer.
Gold und Kobalt.	Gold und Iridium.
Silber und Zink.	Gold und Nickel.
Silber und Blei.	Silber und Kupfer.
Silber und Zinn.	Kupfer und Blei.
Silber und Wismuth.	Eiſen und Wismuth.
Silber und Antimon.	Eiſen und Antimon.
Kupfer und Zink.	Eiſen und Blei.
Kupfer und Zinn.	Zinn und Blei.
Kupfer und Palladium.	Zinn und Palladium.
Kupfer und Wismuth.	Zinn und Antimon.
Kupfer und Antimon.	Nickel und Arſenik.
Blei und Wismuth.	Zink und Antimon.
Blei und Antimon.	
Platin und Molybdän.	
Palladium und Wismuth.	

Allgemeine Regeln in Beziehung auf die Ausdehnung und Wärmecapazität der verſchiedenen Legirungen laſſen ſich nicht angeben; man weiß nur, daß ſie ſowohl die Elektrizität, als auch die Wärme ſchlechter leiten, als die Metalle, aus welchen ſie beſtehen; man weiß auch, daß ſie die Eigenſchaft beſitzen, ſich gleich den Metallen, durch die wechſelſeitige Berührung zu elektriſiren.

742. Man benutzt der leichtern Pulveriſirbarkeit wegen mehrere Legirungen, um die Wirkung der gewöhnlichen Elektriſirmaſchinen zu vermehren. Übrigens ſteht die Rolle, welche die Legirungen hierbei ſpielen, in keiner Beziehung zu ihrer Fähigkeit ſich durch den einfachen Kontakt zu elektriſiren. Die zu dieſem Zwecke am meiſten geeigneten Legirungen beſtehen aus ſehr oxydirbaren Metallen, weshalb

es nicht unwahrſcheinlich iſt, daß ihre vorzügliche Wirkung von den die Oxydation begleitenden elektriſchen Erſcheinungen herrühren.

Die Amalgame beſitzen überhaupt die Eigenſchaft, durch Reiben das Glas in hohem Grade zu elektriſiren. Man wendet hierzu vorzugsweiſe das Zinn- und Zink-Amalgam an. Um das Erſte zu bereiten, amalgamirt man gleiche Theile Queckſilber und Zinn, und reibt nachher 6 Theile des noch warmen Amalgams mit 1 Theil erwärmter Kreide zuſammen, das erhaltene Pulver wird in trocknen Gläſern aufbewahrt und das Reibzeug der Elektriſirmaſchine damit beſtrichen. Beſſer noch iſt es, wenn man Zink ſtatt Zinn zu dieſem Amalgam wählt; man nimmt dann davon einen Theil und 5 Theile Queckſilber.

Die beſte Legirung zu dieſem Zweck erhält man jedoch, wenn beide Amalgame mit einander verbunden werden; man nimmt dann 2 Theile Queckſilber, 1 Theil Zink und 1 Theil Zinn. Zuerſt wird Zinn und Zink zuſammen geſchmolzen, und ehe beide wieder erſtarren, fügt man das Queckſilber portionenweiſe hinzu; dieſe Legirung wird nachher noch warm geſtoſen, bis ſie in ein ſehr feines ſchwarzes Pulver verwandelt iſt; bei dem Gebrauche beſtreicht man die Kiſſen der Maſchinen mit Talg und ſtreut dann das pulveriſirte Amalgam gleichmäßig darauf.

743. Die Legirungen ſind im Allgemeinen minder dehnbar, härter und ſpröder als das dehnbarſte Metall, welches ſich in denſelben befindet.

Legirungen, welche aus dehnbaren Metallen beſtehen, ſind entweder ſpröde oder ſelbſt dehnbar. Sind dieſelben aus faſt gleichen Antheilen zuſammengeſetzt, ſo ſind ſie eben ſo häufig dehnbar als ſpröde; iſt dagegen das eine Metall vorwaltend, ſo ſind ſie meiſt dehnbar. Verbindet man dehnbare Metalle mit ſpröden, ſo erhält man gewöhnlich ſpröde Legirungen, wenn das ſpröde Metall vorherrſcht, oder wenn es zu gleichen Theilen mit dem dehnbaren vorhanden iſt; dagegen iſt die Legirung beinahe immer dehnbar, wenn das dehnbare Metalle vorherrſcht. Alle aus ſpröden Metallen beſtehenden Legirungen ſind ſelbſt ohne Ausnahme ſpröde.

Einige Legirungen ſind im hohen Grade wohlklingend.

Um dieſe allgemeinen Reſultate recht anſchaulich darzuſtellen, wollen wir als Beiſpiel drei Reihen anführen, welche in unmittelbarer Beziehung zu den ſehr wichtigen Legirungen, der Bronze und dem Meſſing ſtehen. Man ſuchte das Kupfer theils mit dem Zink, theils mit dem Zinn zu verbinden, ſo wie auch alle drei mit einander in verſchiedenen Verhältniſſen; folgende Tafeln enthalten das Reſultat dieſer Verſuche.

Kupfer und Zink.

In verſchiedene Proportionen legirt, bilden dieſe Metalle das Meſſing, Similor, Tomback und mehrere andere Verbindungen, deren Namen nach der Mode wechſeln. Folgende Reſultate erhielt Margraff.

	Kupfer.	Zink.	
No. 1.	— 100.	— 100.	Die Hälfte des Zinks verbrennt oder verflüchtigt ſich während des Zuſammenſchmelzens. Die erhaltene Legirung wird ſchwer von der Feile angegriffen und ſpringt unter dem Hammer. Der Bruch iſt körnig und die Farbe gelb.
No. 2.	— 100.	— 50.	Es verbrennt oder verflüchtigt ſich etwas Zink, aber wenig. Die Legirung gleicht der vorigen.
No. 3.	— 100.	— 33.	Es verbrennt noch weniger Zink als bei No. 2. Die Feile greift das Gemiſch an; es iſt nur wenig hämmerbar, im Bruche körnig und gelb von Farbe.
No. 4.	— 100.	— 25.	Es verbrennt wieder weniger Zink als bei No. 3. Die Legirung iſt gelb, feilt ſich gut und ſtreckt ſich unter dem Hammer; im Bruche ſehr gleichförmig.

Kupfer. Zink.

No. 5. — 100. — 20. Es verbrennt noch weniger Zink. Die Legirung iſt geſchmeidig, hämmerbar, glänzend im Bruche und ſchön gelb.

No. 6. — 100. — 16. Es findet faſt kein Zinkverluſt ſtatt. Die Legirung iſt noch ſchöner gelb als No. 5., ſehr geſchmeidig und hämmerbar.

No. 7. — 100. — 14. Sehr ſchön gelb, geſchmeidig und hämmerbar.

No. 8. — 100. — 12. Die Legirung iſt goldgelb, von feinerem Korn als die vorhergehenden, geſchmeidig und hämmerbar.

No. 9. — 100. — 8—9. Sehr ſchön goldfärbig, leicht zu feilen, ſehr hämmerbar und von ſehr feinem Korn.

Dieſen Erfahrungen zufolge ſcheint es, daß die größte Menge Zink, welche mit dem Kupfer in der Rothglühhitze verbunden bleiben kann, ungefähr (No. 1 und 2) zwei Atome Kupfer gegen ein Atom Zink beträgt. Die Legirung wird erſt hämmerbar (No. 4), wenn man wenigſtens 4 Atome Kupfer mit einem Atom Zink vereinigt. Endlich nimmt die Legirung die Farbe des Goldes an (No. 8), wenn ſich das Kupfer zum Zink den Atomen nach wie 8:1 verhält.

Kupfer und Zinn.

Beide Metalle in verſchiedenen Quantitäten mit einander verbunden, bilden das Metall zu Spiegelteleſkopen, zu Glocken, zu Kong-Kongs, das Stückgut ꝛc.

Folgende Reſultate erhielt Margraff aus ſeinen damit angeſtellten Verſuchen.

Kupfer. Zinn.

No. 1. — 100. — 100. Während der Schmelzung oxydirt ſich etwas Zinn. Die Legirung iſt brüchig, graulich weiß und wird von der Feile angegriffen.

No. 2. — 100. — 50. Etwas Zinn wird oxydirt. Die Legirung iſt ſpröde, weiß und im Bru-

che eben; es iſt dieß das Spiegel-metall.

	Kupfer.	Zinn.	
No. 3.	— 100. —	33.	Das Zinn oxydirt ſich etwas. Die Miſchung iſt weiß, ſpröde, im Bruche eben und wird von der Feile angegriffen.
No. 4.	— 100. —	25.	Körniger Bruch; gelblich weiße Farbe; die Legirung iſt ſpröde, läßt ſich aber feilen, und wird zu Glocken und Kong-Kongs angewendet.
No. 5.	— 100. —	20.	Die Legirung iſt ſpröde und körnig im Bruch und gelb von Farbe; die Feile greift ſie an.
No. 6.	— 100. —	16.	Etwas hämmerbar; körnig im Bruch und gelblich. Von der Feile wird die Verbindung angegriffen.
No. 7.	— 100. —	14.	Leichter als No. 6 zu feilen; hämmerbarer, gelber und körniger im Bruche.
No. 8.	— 100. —	12,5.	Hart, aber etwas hämmerbar; röthlich gelb und im Bruche feinkörniger als No. 7.
No. 9.	— 100. —	11.	Die Legirung iſt wohlklingend, körnig im Bruch und röthlich. Die Feile greift an. Es iſt dieß das Kanonenmetall.
No. 10.	— 100. —	10.	Wie No. 9.
No. 11.	— 100. —	9.	Wie No. 9; noch röther, leichter zu feilen und feiner von Korn.
No. 12.	— 100. —	8.	Gelblich roth, feinkörnig, etwas hämmerbar; läßt ſich feilen. Dieſe Legirung wird zu Medaillen und Münzen angewendet.

Damit das Zinn ſich nicht ſtark oxydire, muß die Legirung 2 Atome Kupfer auf 1 Atom Zinn (No. 1.) enthalten. Die wohlklingendſte Verbindung beſteht aus 8 Atom Kupfer und 1 Atom Zinn (No. 4.); entſchieden gelb wird dieſelbe

erſt, wenn man 12 Atome Kupfer mit 1 Atom Zinn vereinigt (No. 6.).

Kupfer, Zink und Zinn.

Die Legirungen, welche man mit dieſen drei Metallen erhält, kommen häufig im Handel vor, und werden bald mit dem Meſſing, bald mit der Bronze verwechſelt, je nachdem ſie ſich der einen oder der andern dieſer beiden Legirungen mehr nähern. Margraff erhielt durch Zuſammenſchmelzen dieſer Metalle folgende Reſultate:

	Kupfer.	Zink.	Zinn.	
No. 1.	100.	— 100.	— 100.	Beim Schmelzen verflüchtigt ſich viel Zink. Die Legirung iſt ſehr weiß, läßt ſich feilen, aber ſehr ſpröde und im Bruche grobkörnig.
No. 2.	100.	— 50.	— 50.	Noch großer Zinkverluſt beim Schmelzen. Die Legirung iſt brüchig, läßt ſich feilen; weiß und im Bruche feinkörniger als No. 1.
No. 3.	100.	— 25.	— 50.	Weiß ins gelbliche ſpielend. Hart und im Bruche eben; läßt ſich feilen, iſt aber nicht hämmerbar.
No. 4.	100.	— 25.	— 25.	Beim Schmelzen ein geringer Verluſt.
No. 5.	100.	— 20.	— 20.	Körniger Bruch; hart, ſpröde, gelblich; läßt ſich feilen.
No. 6.	100.	— 16.	— 16.	Ebener Bruch, hart, ſpröde, gelblich und ſchwer zu feilen.
No. 7.	100.	— 14.	— 14.	Etwas hämmerbar; läßt ſich beſſer feilen; gelb.
No. 8.	100.	— 12,5.	— 12,5.	Ebener Bruch, noch mehr hämmerbar, leichter zu feilen als No. 7; gelb aber noch ſehr hart.
No. 9.	100.	— 11.	— 11.	Dieſelben Eigenſchaften; hämmerbarer und gelber.

	Kupfer.	Zink.	Zinn.	
No. 10.	100. —	10. —	10.	Feinkörnig, ſehr ſchön gelb, hämmerbar.
No. 11.	100. —	8. —	8.	Gelber, feinkörniger, hämmerbarer und leichter zu feilen.
No. 12.	100. —	7. —	7.	Sehr fein, hämmerbar, leicht zu feilen, goldfärbig.
No. 13.	100. —	6. —	6.	Schöne Goldfarbe; giebt leicht der Feile und dem Hammer nach.

Dieſe Legirung, welche man ſehr leicht bereitet, wenn man dem Meſſing Zinn hinzufügt, ſcheinen in der Induſtrie ſehr vortheilhaft angewendet werden zu können, wenn ihre Eigenſchaften noch genauer unterſucht ſeyn werden.

744. Wird eine Legirung der Wärme ausgeſetzt, ſo dehnt ſie ſich aus und ſchmilzt endlich. Gewöhnlich iſt der Schmelzpunkt der Legirung niedriger, als der des leichtflüſſigſten Metalls, welches ſich in dem Gemiſche befindet. Sind die die Legirung bildenden Metalle faſt gleich ſchmelzbar, ſo ſchmilzt jene immerhin bei noch niedrigern Temperaturgraden als das am leichteſten ſchmelzbare Metall des Gemiſches. Eine durch ihre Leichtflüſſigkeit merkwürdige Legirung iſt das Metallgemiſch von D'Arcet, beſtehend aus 8 Thl. Wismuth, 5 Thl. Blei und 3 Thl. Zinn; ſchon das kochende Waſſer macht es ſchmelzen, ja es ſchmilzt ſogar ſchon bei einer Temperatur von 90°—95°.

Newton verdanken wir die erſten Beobachtungen über die merkwürdige Schmelzbarkeit gewiſſer Legirungen. Dieſer große Mann hatte bemerkt, daß eine Legirung von 5 Thl. Wismuth, 3 Thl. Zinn und 2 Thl. Blei bei ungefähr 100 Graden erſtarrte. Mußchenbroek, Margraff, Roſe und D'Arcet unterſuchten dieſe Legirung aufs Neue, welche in Frankreich den Namen „D'Arcet'ſche Legirung" und in Deutſchland den Namen „Roſe'ſches Metallgemiſch" erhielt. Verbindet man dieſe drei Metalle in welchen Verhältniſſen es immerhin auch ſey, ſo erhält man Legirungen, welche ſtets bei niedrigerer Temperatur ſchmelzen,

als das ſchmelzbarſte dieſer Metalle; folgende Reſultate erhielt D'Arcet in dieſer Hinſicht:

	Wismuth.	Blei.	Zinn.	
No. 1.	7.	— 2.	— 4.	Wird bei 100° weich, aber ſchmilzt nicht; läßt ſich in dieſem Zuſtand kneten.
No. 2.	8.	— 2.	— 6.	Bei 100° weich werdend; es oxydirt ſich leicht und hat zu viel Zinn.
No. 3.	8.	— 2.	— 4.	Wird bei 100° weich und nimmt die Konſiſtenz des Butters an.
No. 4.	16.	— 4.	— 7.	Wird weicher als No. 3.
No. 5.	9.	— 2.	— 4.	Wird weniger weich als No. 4.
No. 6.	16.	— 5.	— 7.	Wird bei 100° beinahe flüſſig.
No. 7.	8.	— 3.	— 4.	Bei 100° flüſſig, fließt aber ſchlecht und hinterläßt einen Schwanz.
No. 8.	8.	— 4.	— 4.	Sehr flüſſig bei 100°.
No 9.	16.	— 9.	— 7.	Flüſſig wie No. 8.
No. 10.	8.	— 5.	— 3.	Schmilzt bei 94°.
No. 11.	8.	— 6.	— 2.	Beinahe eben ſo flüſſig wie No. 10.
No. 12.	8.	— 7.	— 1.	Wird bei 100° weich, ſchmilzt aber nicht.
No. 13.	16.	— 15.	— 1.	Schmilzt nicht bei 100° und wird ſogar nicht weich.
No. 14.	1.	— 1.	— 0.	Verändert ſich bei 100° nicht, aber ſchmilzt bei 165° C.
No. 15.	1.	— 0.	— 1.	Bei 100° ſich nicht verändernd, ſchmilzt aber bei 150° C.

Es iſt demnach leicht, Gemiſche von dieſen drei Metallen zu erzeugen, welche ſehr verſchiedene Schmelzpunkte beſitzen. Auf dieſe Eigenſchaft gründet ſich die Anwendung der hieraus verfertigten Sicherheits-Scheiben, welche man in Frankreich bei Dampfkeſſeln anbringt. *)

*) Dieſe Scheiben werden in den obern Theil der Dampfkeſſel von Dampfmaſchinen eingeſetzt, und haben nebſt dem Sicherheitsventil die Beſtimmung möglichen Unglücksfällen, die durch das Zerſpringen der Keſſel herbeigeführt werden können, vorzubeugen. Für den Fall nämlich, wo das Sicherheitsventil ſeinen Dienſt verſagen ſollte, oder wenn es, wie zuweilen aus Unvorſichtigkeit oder Unverſtand geſchieht, zu ſehr belaſtet worden, ſo ſchmilzt die

Läßt man eine Legirung, nachdem ſie geſchmolzen worden, ruhig ſtehen, ſo erſtarrt ſie allmählig und kryſtalliſirt verworren; bisweilen ſondert ſie ſich in mehrere Schichten von verſchiedener Dichtigkeit.

754. Wird eine Legirung, welche ein flüchtiges Metall enthält, einer größern Hitze ausgeſetzt als nöthig iſt, um dieſelbe zu ſchmelzen, ſo wird ſie zuweilen gänzlich zerſetzt; oft aber geſchieht dieſe Zerſetzung nicht vollſtändig. Ein Theil des flüchtigen Metalls wird zwar frei, allein theilweiſe bleibt es noch in der Legirung zurück. In dieſem Falle, weil nämlich die Legirungen Verbindungen in verſchiedenen Verhältniſſen bilden können, verflüchtigt ſich eine gewiſſe Menge des Metalls, bis die zurückbleibende Verbindung beſtändiger geworden iſt. Wenn die Legirungen Metalle enthalten, die hinſichtlich ihrer elektriſchen Eigenſchaften ſehr weit von einander abſtehen, ſo tritt ein Zeitpunkt ein, wo das flüchtige Metall durch eine zu ſtarke Verwandtſchaft zurückgehalten wird, als daß eine weitere Trennung Statt haben könnte.

Die Legirungen, welche Queckſilber enthalten, zerſetzen ſich *vollſtändig*, entweder wegen der geringen Verwandtſchaft des Queckſilbers, oder wegen der großen Flüchtigkeit dieſes Metalls; ſie zerſetzen ſich dagegen nie vollſtändig, wenn ſie Kalium, Tellur, Kadmium und beſonders Zink enthalten, weil dieſe Metalle theils minder flüchtig ſind als Queckſilber, theils eine größere chemiſche Verwandtſchaft beſitzen, als dieſes. Soll in dieſen Fällen eine merkliche Zerſetzung Statt haben, ſo muß die Legirung von dieſen Metallen eine große Menge enthalten. Die Zerſetzung geht demnach um ſo ſchneller vor ſich, wenn das fixe Metall eine geringere Verwandtſchaft zu dem flüchtigen beſitzt und dieſes ſelbſt ſehr flüchtig und die Temperatur ſehr hoch iſt.

Studirt man dieſe Klaſſe von Erſcheinungen genauer, ſo wird man bald gewahr, daß die Grenzen, die den Wir-

---

leichtflüſſige Metallplatte, ehe noch die Dämpfe eine ſolche Expanſion erlangen, daß der Keſſel zerſpringen könnte, und die heißen Dämpfe entweichen dann durch die Öffnung, aus welcher die Platte herausgeſchmolzen. A. u. E.

kungen des Feuers geſteckt ſind, ſtets durch Verbindungen in feſten oder beſtimmten Mengenverhältniſſen beſtimmt werden. Dieſe Thatſache beſtätigt ſich vorzüglich an den Zink- und Antimonlegirungen.

746. Chemiſche Eigenſchaften. In den meiſten Fällen, verhalten ſich die Legirungen, wie die ſie bildenden Metalle. Bisweilen aber iſt die Verbindung ſo innig, daß verſchiedene Reagentien, welche auf die einzelnen Metalle leicht einwirken, nur ſchwierig die Legirung angreifen.

Die Luft wirkt gewöhnlich ſchwächer auf die Legirungen, als auf die einzelnen Metalle. Hiervon giebt es jedoch einige Ausnahmen: z. B. das Bleiloth, beſtehend aus 2 Theilen Blei und 1 Theil Zinn, brennt wie ein Pyrophor in der Rothglühhitze und eine Legirung von 3 Theilen Blei und 1 Theil Zinn iſt noch brennbarer, indem dieſe in der Glühhitze mit Lichtentwicklung verbrennt. Man ſchreibt dieſe Wirkung der Verbindung zu, welche beide Oxyde mit einander eingehen. Es iſt wohl kein Zweifel, daß dieſe Erſcheinung zum Theil davon herrühren mag, allein gewiß hat auch der durch die Berührung erzeugte elektriſche Zuſtand der beiden Metalle Antheil daran.

Die Wärme, in welche die Legirung verſetzt wird, ſteigert dieſen elektriſchen Zuſtand und das mehr poſitive Metall oxydirt ſich. Wird nun das Oxyd negativ gegen das andere Metall, ſo wird auch dieſes zur Oxydation beſtimmt. Dieſe Verbrennungserſcheinungen zeigen ſich auch an Legirungen, welche aus einem negativen ſäuerungsfähigen und einem ſehr baſiſchen, elektropoſitiven Metall beſtehen. Die Legirungen von Chrom und Blei, Antimon und Eiſen liefern hiervon ein ſehr auffallendes Beiſpiel. Letztere entzündet ſich am Feuerſtahl oder durch einen ſtarken Feilſtrich. Erſtere fängt theils freiwillig, theils bei gelinder Erwärmung ſchon Feuer. Dieſe Art von Erſcheinungen bietet ſich in einem ausgezeichneten Grade an den Legirungen des Kaliums mit ſäuerungsfähigen Metallen dar. Eine Legirung von Kalium und Antimon erzeugt durch ſeine raſche Verbrennung eine Art von Exploſion an der Luft, wenn ſie fein zertheilt iſt.

747. Beſteht eine Legirung aus einem Metall, welches fähig iſt Sauerſtoff zu abſorbiren und aus einem andern, welches nicht oxydirbar iſt, ſo kann man das erſte in Oxyd verwandeln, während das zweite nicht angegriffen wird. Dieſe Eigenſchaft benützt man bei der Scheidnng des Silbers vom Blei. Enthält die Legirung zwei leicht oxydirbare Metalle, ſo werden ſie beide in Oxyde verwandelt, oxydirt ſich dagegen das eine Metall leichter als das andere, ſo kann man Letzteres beinahe rein erhalten, wenn man die Operation zu einem gewiſſen Zeitpunkt unterbricht. Auf dieſe Weiſe kann man das Zinn vom Kupfer ſcheiden; man wendete dieß Verfahren während der franzöſiſchen Revolution zur Scheidung der Glockenſpeiſe an.

Man darf hierbei jedoch nicht überſehen, daß in dem Maaße, als das eine Metall ſich oxydirt, dadurch ein elektriſcher Zuſtand in dem nicht oxydirten Metall eintritt, welcher Letzteres auch zur Oxydation geneigt macht. Dieß findet bei dem gewöhnlichen Probiren der Silber und Kupferlegirungen mittelſt der Kupellation Statt. Da das Kupferoxyd die Rolle einer Säure gegen das Silberoxyd ſpielt, ſo *kann es leicht* dieß Metall beſtimmen, ſich zu oxydiren. Man kann auch annehmen, daß das Kupferoxyd negativ gegen das Silber iſt, wodurch Letzteres poſitiv und folglich auch geneigt wird, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden. Aus dieſem Grunde oxydirt ſich immer zugleich etwas Silber, wenn das Kupfer und Blei ſich in die Probirkapelle als Oxyd zieht.

Überhaupt zeigt ſich dieſe Art Oxydation oft bei der Oxydirung der Legirungen und ändert die Reſultate, welche man erwarten könnte, wenn die Metalle bloß gemäß ihrer primitiven Eigenſchaften wirkſam geweſen wären.

Die Säuren wirken gewöhnlich auf die Legirungen, wie auf das vorherrſchende Metall; demnach wird eine Legirung von 2 Theilen Gold und 1 Theil Silber nur oberflächlich durch die Salpeterſäure angegriffen.

748. Bereitung. Man bereitet die Legirungen, indem man die Metalle in einem Tiegel ſchmilzt, und im geſchmolzenen Zuſtand wohl unter einander rührt; wollte man dieß unterlaſſen, ſo würde die Legirung nicht durch und durch

gleichartig werden, vorzüglich wenn die Metalle von bedeutend verſchiedenem ſpezifiſchen Gewicht ſind. Die unteren Schichten der Legirung werden mehr von dem ſchweren Metall enthalten, als die oberen. Die geſchmolzenen Legirungen werden endlich nach Bedürfniß entweder in Gießbuckel oder in Formen gegoſſen und geformt.

Capitel III.

Wirkung des Sauerſtoffs auf die Metalle. — Von den Metalloxyden im Allgemeinen.

749. Um die Hauptcharaktere der Metalloxyde richtig aufzufaſſen, darf man nicht überſehen, daß ihre Eigenſchaften von drei Hauptbedingungen abhängen: 1) von dem ausgezeichnet negativen Verhalten des Sauerſtoffs; 2) von dem mehr oder minder negativen Verhalten des Metalls; 3) von dem Verhalten des Sauerſtoffs und des Metalls zu den übrigen Körpern, welche man mit einem Oxyde zuſammenbringt. Es geht daraus hervor, daß ein Oxyd ſtets negativ gegen das Metall ſich verhält, welches ſeine Baſis iſt, und daß *bei ein* und demſelben Metall das Oxyd ſtets negativ gegen das Oxydul iſt. Hieraus ergiebt ſich ferner, daß die Oxyde verſchiedener Metalle entweder ſich poſitiv oder negativ gegen einander verhalten, je nach dem elektriſchen Werth des in ihnen befindlichen Metalls und der Menge Sauerſtoff, welche damit verbunden iſt. Nehmen wir nun an, es werde ein Oxyd mit einem einfachen Körper in Berührung gebracht, ſo wird ſich Letzterer des Sauerſtoffs des Erſtern bemächtigen, wenn dieſes negativ gegen jenen ſich verhält; iſt das Metall im Gegentheil negativ, ſo wird es entweder keine Wirkung auf das Oxyd äußern oder es verbindet ſich mit dem Metall und dem Sauerſtoff zugleich. Alle dieſe Fälle ſind leicht vorher zu beſtimmen, wenn man weiß, wie ſie theils gegen verſchiedene einfache Körper, theils unter ſich ſelbſt und gegen ihre Hauptverbindungen ſich in elektriſcher Beziehung verhalten.

Wir haben uns jetzt mit zwei verſchiedenen Gegenſtänden zu beſchäftigen, nämlich mit der Wirkung des Sauer-

ſtoffs, welche unter verſchiedenen Umſtänden Statt findet, und mit der allgemeinen Beſchreibung der Oxyde ſelbſt.

750. Wirkung des Sauerſtoffs oder der Luft im trocknen Zuſtande. Die wichtige Rolle, welche der Sauerſtoff bei allen chemiſchen Erſcheinungen ſpielt, veranlaßte die Chemiker, eine beſondere Aufmerkſamkeit dem Oxydationsprozeß der Metalle zu widmen.

Alle Metalle wurden mit Sauerſtoff verbunden und die Meiſten unter ihnen bilden mehrere Oxyde.

Nicht alle Metalle jedoch können ſich direkte mit dieſem Gaſe vereinigen. So verbinden ſich z. B. das Gold, Platin, Iridium und Silber nie directe mit dem gasförmigen Sauerſtoff. Unter den übrigen Metallen iſt nur ein einziges, welches das trockne Sauerſtoffgas bei gewöhnlicher Temperatur abſorbiren kann, nämlich das Kalium. Alle andern Metalle vereinigen ſich mit dem Sauerſtoff erſt in höherer Temperatur. Gewöhnlich iſt die Abſorption des Sauerſtoffs von beträchtlicher Wärmeentwicklung begleitet, die ſich durch ein mehr oder minder lebhaftes Erglühen zu erkennen giebt. Damit dieſe Erſcheinung ſichtbar werde, iſt es erforderlich, daß die Wirkung raſch vor ſich gehe, was nur unter folgenden Bedingungen ſtatt finden kann.

Wenn Metall und Oxyd ſehr wenig ſchmelzbar ſind, ſo muß das Metall ſehr fein zertheilt ſeyn. Dieſer Fall findet bei Aluminium, Kupfer, Mangan ꝛc. ſtatt. Das Kupfer z. B. welches als Blech oder Draht erhitzt wird, ohne eine auffallende Erſcheinung zu zeigen, erglüht plötzlich im Sauerſtoff oder in der gewöhnlichen Luft ſchon, wenn es fein zertheilt iſt und nun ſo ſtark erhitzt wird, daß die Oxydation möglich iſt.

Hat ein ſtrengflüſſiges Metall Draht- oder Blechform, ſo muß das Oxyd ſehr ſchmelzbar oder flüchtig ſeyn. Dieß zeigt ſich am Eiſen, welches mit großer Heftigkeit im Sauerſtoff brennt, weil durch die Schmelzbarkeit des ſich bildenden Oxyds immer neue Metalltheile wieder entblößt werden.

Wenn das Metall ſehr ſchmelzbar iſt, ſo muß es entweder ſelbſt flüchtig ſeyn, oder das ſich erzeugende Oxyd muß dieſe Eigenſchaft beſitzen. Aus dieſem Grunde brennt das

flüchtige Zink ſchon in der Luft äußerſt lebhaft. Deshalb zeigt auch Antimon lebhaftes Erglühen, weil es, obgleich nicht ſelbſt flüchtig, doch ein flüchtiges Oxyd bildet, welches ſich vom brennenden Metall entfernt und ſomit daſſelbe immer wieder entblößt.

Man kann demnach die Behauptung aufſtellen, daß beinahe alle Metalle ſich mit Licht- und Wärmeentwicklung oxydiren, wenn ſie den Sauerſtoff direkte abſorbiren und wenn überhaupt dieſer Prozeß bei einer hinreichend großen Maſſe raſch genug ſtatt findet.

Was hier nur vom Sauerſtoff behauptet wurde, gilt auch für die atmosphäriſche Luft. Im trocknen Zuſtand wirkt ſie allein nur auf Kalium ein. Erhitzt wirkt ſie dagegen auf alle die Metalle, welche der reine Sauerſtoff angreift; dieſe Einwirkung iſt nur minder lebhaft und ſchwächer.

751. Es iſt einleuchtend, daß die Art und Weiſe, wie der Sauerſtoff auf die Metalle wirkt, ſehr ſchätzbare Thatſachen für das Studium der daraus hervorgehenden Verbindungen darbietet. Man begreift zugleich aber auch aus dem Vorhergehenden, daß es unmöglich ſeyn würde die Metalle zweckmäßig zu ordnen, wenn man ſelbſt mit äußerſter Sorgfalt die Temperatur, bei welcher ſie ſich oxydiren, beſtimmen wollte. Es wechſelt dieſelbe ſo ſehr nach dem Aggregatzuſtand der Metalle, daß man hieraus doch nichts würde ſchließen können. Dieſe Klaſſifikation iſt übrigens doch möglich, und ſoll nun vorgenommen werden, ehe wir weiter gehen, denn ſie wird die folgenden Betrachtungen bedeutend abkürzen.

Das Streben der Metalle, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden kann auf dreierlei Weiſe beſtimmt werden:

1.) Durch das Verhalten der Metalle gegen gasförmigen Sauerſtoff. Die ſehr poſitiven Metalle können ſich mit demſelben verbinden und bilden dann Oxyde; dagegen verbinden ſich die ſehr negativen Metalle nicht mit demſelben in Gasform, ſondern es muß derſelbe ſchon condenſirt mit ihnen in Berührung kommen, damit ſie ſich in Oxyde verwandeln können. 2.) Durch die größere oder geringere Leichtigkeit,

womit dieſe Oxyde wieder in den metalliſchen Zuſtand zurückgeführt werden können. Verſetzt man ſie in höhere Temperatur, ſo halten einige den Sauerſtoff äußerſt hartnäckig zurück, während andere ihn bei mehr oder minder hoher Temperatur abgeben. 3.) Endlich durch die Wirkung der Metalle auf ein beſtimmtes Oxyd. Man wählte hier vorzugsweiſe das Waſſer und beobachtete, daß gewiſſe Metalle ſich ſeines Sauerſtoffs bemächtigen und den Waſſerſtoff frei machen, während die Übrigen keine Wirkung auf daſſelbe äuſſern. Vereinigt man dieſe drei Charaktere, ſo laſſen ſich folgende Abtheilungen bilden, welche wir nur wenig abgeändert von Thénard entlehnen.

In die erſte Abtheilung ſtellen wir diejenigen Metalle, welche den Sauerſtoff ſelbſt bei der höchſten Temperatur abſorbiren und das Waſſer ſchnell ſchon bei gewöhnlicher Temperatur zerſetzen, indem ſie ſich ſeines Sauerſtoffs bemächtigen und den Waſſerſtoff unter lebhaftem Aufbrauſen entbinden. Hierher gehören ſechs: Calcium, Strontium, Barium, Lithium, Natrium und Kalium.

Die zweite Abtheilung beſteht aus ſolchen, welche den Sauerſtoff ſämmtlich bei der höchſten Temperatur abſorbiren und das Waſſer zerſetzen, welches letztere jedoch nur dann ſtatt findet, wenn dieſe Flüſſigkeit bis zum Siedepunkt oder darüber erhitzt wird, ohne daß man ſie bis zur Rothgluth zu ſteigern braucht; ihre Anzahl iſt fünf: Magneſium, Beryllium, Yttrium, Aluminium, Zirkonium.

Die dritte Abtheilung bilden wir aus denjenigen Metallen, welche den Sauerſtoff bei ſehr hoher Temperatur abſorbiren, gleich denen der zwei erſten Abtheilungen, die aber das Waſſer nur in der Rothglühhitze zerſetzen. Hierher gehören: Mangan, Eiſen, Zinn, Kobalt, Nickel und Kadmium; vielleicht ſollten die drei letzten nicht hier ſtehen, allein wenn wir ſie dazu zählen, ſo ſtützt ſich dieß nicht etwa auf entſcheidende Experimente, ſondern nur weil das Mangan, Zink und Eiſen in flüſſiger Chlorwaſſerſtoffſäure und verdünnter Schwefelſäure, ja ſelbſt in Eſſigſäure unter Waſſerſtoffentbindung auflöslich ſind, eine Erſcheinung, die beweiſt, daß ihre Verwandtſchaft zum Sauerſtoff groß iſt, und die

allem Anſchein nach nur an ſolchen Metallen ſich zeigt, welche fähig ſind, das Waſſer zu zerſetzen.

Die vierte Abtheilung der Metalle beſteht gleich den vorigen noch aus ſolchen, welche das Sauerſtoffgas bei hoher Temperatar abſorbiren können, die aber das Waſſer weder bei höherer noch niedrigerer Temperatur zerſetzen. Dieſe Abtheilung iſt die größte; ſie enthält zwölf Metalle:

Molybdän, Chrom, Wolfram, Tantal, Antimon, Uran, Cerium, Titan, Wismuth, Kupfer, Tellur und Blei.

Die fünfte Abtheilung enthält diejenigen Metalle, welche das Sauerſtoffgas nur bei gewiſſen Hitzgraden abſorbiren, aber nie das Waſſer zerſetzen. Ihre Oxyde können bei höherer Temperatur von ſelbſt reduzirt werden; nur Queckſilber und Osmium gehören hierher.

Die ſechſte Abtheilung endlich beſteht aus ſolchen Metallen, welche das Sauerſtoffgas abſobiren, das Waſſer bei keiner Temperatur zerſetzen, und deren Oxyde ſich ſchon unter der Rothglühhitze zerſetzen. Dieſe Metalle ſind ſechs an der Zahl, nämlich: Silber, Palladium, Rhodium, Platin, Gold und Iridium.

752. Die Erſcheinungen, welche der Sauerſtoff bei ſeinem einfachen Verhalten gegen die Metalle zeigt, beziehen ſich auf die oben angeführten Thatſachen. Anders verhält es ſich bei neuen Erſcheinungen, welche die Dazwiſchenkunft eines dritten Körpers veranlaßt. Es bietet ſich hier Gelegenheit dar, zu zeigen, wie vortheilhaft ſich die elektrochemiſche Theorie benützen läßt, um die mannigfaltigſten Thatſachen mit einander in Einklang zu bringen. Wir wollen die Wirkung des Sauerſtoffs auf die Metalle ſorgfältig ſtudiren, und zwar: 1.) unter Einfluß der neutralen Körper; 2.) unter dem Einfluſſe ſaurer Körper; 3.) unter Einfluſſe baſiſcher Körper. Dieſe Unterſuchung, welche uns in den Stand ſetzt, viele allgemeine Thatſachen von hohem Intereſſe näher zu prüfen, wird uns zugleich als Norm für ähnliche Fälle dienen, welche dann nicht ſpezieller unterſucht zu werden brauchen.

753. Wirkung des Sauerſtoffs unter Einfluß des Waſſers. Die Wirkung des Sauerſtoffs auf die Me-

talle unter Einfluß neutraler Körper kennt man noch wenig. Bis jetzt hat man eigentlich bloß das Waſſer in dieſer Beziehung näher unterſucht und wir werden auch im Folgenden uns lediglich darauf beſchränken.

Im Allgemeinen dürfen wir wohl behaupten, daß die eigentlich neutralen Körper, die Wirkung des Sauerſtoffs auf die Metalle wenig oder gar nicht begünſtigen werden; ſobald aber ein ſolcher Körper ſelbſt eine ſehr geringe poſitive oder negative Tendenz zeigt, ſo beſchleunigt er jene Wirkung und macht ſie energiſcher, indem entweder der Sauerſtoff negativer, oder das Metall poſitiver wird. Wir wählen das Waſſer als Beiſpiel, um dieſe Idee weiter zu entwickeln.

Die meiſten Metalle, welche ſich direkte mit Sauerſtoff verbinden, bedürfen einer höhern Temperatur, um auf das trockne Gas wirken zu können; nicht ſo verhält es ſich jedoch, wenn es feucht iſt. Nur das Kalium allein oxydirt ſich im erſteren Fall, dagegen alle übrigen zu den vier erſten Abtheilungen gehörigen Metalle oxydiren ſich nur im feuchten Sauerſtoffgas.

Der Einfluß, den das Waſſer auf Natrium und auf ſolche Metalle hat, welche daſſelbe in der Kälte zerſetzen, kann davon herrühren, daß dieſe Metalle den in der Luft enthaltenen Waſſerdampf zerſetzen, ſich unter dieſen Umſtänden dann erhitzen und ſo fähig werden, den Sauerſtoff der atmosphäriſchen Luft direkte zu abſobiren; dieſe Erklärung kann jedoch nur für dieſe Metalle paſſen, für die übrigen müſſen wir unſere Zuflucht zu einer andern Theorie nehmen. Da nun dieſe Erſcheinung wichtige Aufſchlüſſe darbietet, ſo wollen wir ſie näher unterſuchen.

Es wurde bereits erwähnt, daß nur das Kalium ſich des trocknen Sauerſtoffgaſes bei gewöhnlicher Temperatur bemächtige; andererſeits aber wiſſen wir, daß Kalium und Natrium die einzigen Metalle ſind, welche das kalte Waſſer zerſetzen, woraus wir ſchließen, daß das Eiſen bei niedriger Temperatur nicht auf trocknes Sauerſtoffgas und auf reines Waſſer einwirken werden. Es iſt dieß auch wirklich der Fall. Das Eiſen behält im trocknen Sauerſtoff ſeinen metalliſchen Glanz beſtändig. Eben ſo weiß man, daß in den Blechfabri-

ken, wo man das Eiſenblech vor dem Verzinnen reinigen muß, daſſelbe am beſten ſeine polirte Oberfläche behält, wenn man die Blechplatten in luftfreies Waſſer taucht, ſo bald ſie die Politur erhalten haben. Iſt das gereinigte Blech einmal eingetaucht, ſo kann es lange im Waſſer unverändert ſich erhalten. Bekannt iſt es übrigens, daß das Eiſen in feuchter Luft ſich ſchnell mit Roſt bedeckt.

Wenn demnach Sauerſtoff und Waſſer für ſich nicht in der Kälte auf das Eiſen wirken, ſo reagiren ſie dagegen ſehr ſtark, wenn ſie miteinander vereinigt ſind. Wir ſetzen die atmosphäriſche Luft dem Sauerſtoffgaſe gleich, weil die Erfahrung lehrt, daß der Stickſtoff der Luft keinen weſentlichen Einfluß auf dieſe Erſcheinungen ausübt, und daß übrigens die *trockne* oder *feuchte* Luft ſich wie Sauerſtoff in dieſen *beiden* Zuſtänden verhält.

754. Man begreift leicht, wie die Wirkung des Sauerſtoffs oder der feuchten Luft vor ſich geht. Obſchon genaue Verſuche noch erforderlich ſind, um die hierüber noch obwaltenden Zweifel zu beſeitigen, ſo darf man doch annehmen, daß es ſich ungefähr ſo verhält, wie wir bereits gezeigt haben.

Das Waſſer kann den Sauerſtoff auflöſen, folglich wird dieſes Gas durch Waſſer kondenſirt und eignet ſich demnach mehr, um chemiſche Verbindungen einzugehen. Fällt z. B. ein Tropfen Waſſer auf eine blanke Eiſenplatte, ſo ſättigt ſich daſſelbe mit Sauerſtoff und dieſer kommt auf ſolche Weiſe kondenſirt mit dem Metall in Berührung. Vielleicht iſt es auch möglich, daß der Sauerſtoff, das Waſſer und das Metall durch ihre wechſelſeitige Berührung ſich in einen elektriſchen Zuſtand verſetzen. Das in dieſem Falle durch die Berührung des Eiſens negativer gewordene Waſſer, ſtößt den Sauerſtoff ab, und das poſitiver gewordene Eiſen zieht denſelben nun ſtärker als im natürlichen Zuſtand an. Durch das Zuſammentreffen dieſer Umſtände beginnt die Oxydation, ein Roſtflecken entſteht und dadurch werden die Erſcheinungen nun ganz verſchieden.

Wir haben weiter oben angenommen, daß ein Oxyd ſtets negativ ſich gegen ſein Metall verhalte, folglich bildet nun in dem angeführten Falle das Oxyd gegen das noch

vorhandene Eiſen eine einfache galvaniſche Kette und die Erfahrung lehrt, daß dieſe Beiden kräftiger wirken als die einfache Kette aus Waſſer und Metall. Die Anweſenheit des Oxyds macht alſo das Metall noch poſitiver. Dieſes zieht den Sauerſtoff ſtärker an und die Oxydation geht ſchneller vor ſich. Dieſe neue Wirkung iſt ſelbſt ſo ſtark, daß das Waſſer zerſetzt werden kann. Macht man einen Teig aus lufthaltigem Waſſer und Eiſenfeilſpähnen, ſo tritt ein Zeitpunkt ein, in welchem die Zerſetzung des Waſſers mit ſolcher Heftigkeit ſtatt findet, daß man im Stande iſt, in kurzer Zeit eine beträchtliche Menge Waſſerſtoff aufzufangen.

Aus dieſen Beobachtungen läßt ſich leicht einſehen, warum ein Metall, welches die Luft und das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur nicht oxydiren können, demungeachtet unter vereinter Einwirkuug beider ſich oxydirt; es iſt dann aber auch begreiflich, wie ein Metall, welches ſtellenweiſe ſich zu oxydiren angefangen, dadurch fähig wird ſich über die ganze Oberfläche hin ſchneller und leichter in Oxyd zu verwandeln; es geht hieraus hervor, daß man zur Erklärung der Oxydation des Eiſens in feuchter Luft, eine ſcheinbar ſehr einfache Thatſache, viele Kräfte zu Hülfe nehmen muß; hierbei haben wir noch die Kohlenſäure gar nicht berückſichtigt, welche vielleicht die thätigſte Rolle bei dieſen komplizirten Erſcheinungen ſpielt, wie wir erſt ſpäter noch ſehen werden.

Aus dieſer Betrachtung geht übrigens hervor, daß man unter ſolchen Umſtänden die Metalle gegen Oxydation ſchützen kann, wenn man ihnen beſtändig einen Überſchuß von negativer Elektrizität zu geben vermag, welcher ſtärker iſt als derjenige, welchen das Waſſer oder ein anderer ſie zur Oxydation beſtimmender Körper durch die Berührung mit ihnen annimmt. Man kann dieſe Bedingung erfüllen, wenn man das fragliche Metall mit einem Stück eines andern Metalls, welches gegen jenes poſitiv iſt, in Kontakt bringt, wodurch dann ein hinreichender und dauernder Überſchuß von negativer Elektrizität an demſelben erzeugt wird. Hierauf gründen ſich die von Davy bei dem kupfernen Beſchlag der Schiffe angebrachten Sicherungsapparate, welche jenen gegen den zerſtörenden Einfluß des Meerwaſſers ſchützen. Man kann

von dieſem Verhalten der Metalle gegen einander noch mannigfaltige Anwendung zur Konſervation von metalliſchen, in der Technick gebrauchten Werkzeugen und Maſchinen machen, ſo daß es nöthig iſt, dieſen Gegenſtand noch weiter auszuführen.

755. Man hatte früher gewöhnlich angenommen, daß das Meerwaſſer wenig oder keine Wirkung auf das reine Kupfer habe, und daß dieß Metall nur dann ſo ſchnell angegriffen werde, wenn es nicht rein iſt. Davy prüfte indeſſen die Wirkung des Meerwaſſers auf zwei Kupferproben, welche von Faraday analyſirt worden waren und fand, daß die eine, welche ganz rein zu ſeyn ſchien, ſchneller angegriffen wurde als die zweite, welche eine Legirung enthielt. Als dieſer berühmte Chemiker ſeine Unterſuchungen hierüber weiter fortſetzte, fand er, daß an mehreren Kupferproben, welche er von der Admiralität erhielt, und unter denen einige wegen ihrer Dauerhaftigkeit, andere wegen ihrer ſchnell erlittenen Veränderungen beſonders merkwürdig waren, ſich nur ſehr geringe Verſchiedenheit hinſichtlich ihres Verhaltens gegen das Meerwaſſer zeigte, mithin mußten alſo die Veränderungen, welche ſie erlitten hatten, andern Urſachen zuzuſchreiben ſeyn.

Da das Meerwaſſer eine Menge Salze enthält, ſo ſind die Erſcheinungen ziemlich verwickelt; um dieſe aber richtig verſtehen zu können, müſſen wir zuvörderſt die chemiſchen Veränderungen näher beſchreiben, welche bei gegenſeitiger Einwirkung des Meerwaſſers und Kupfers ſtatt haben. Die frühere, hier auseinandergeſetzte allgemeine Thatſache bleibt dieſelbe, allein die weitern Reaktionen machen die Sache verwickelt.

756. Läßt man ein Stück polirtes Kupfer mit Meerwaſſer in Berührung, ſo bemerkt man, daß das Kupfer zuerſt gelb anläuft und die klare Flüſſigkeit wolkig wird. Dieſe Erſcheinungen ſind nach Verlauf von zwei bis drei Stunden ſichtbar; die Farbe der Wolke iſt anfangs weiß, ſpäter aber wird dieſe grün. Kurze Zeit darauf erſcheint ein bläulich grüner Niederſchlag am Boden des Gefäßes, der ſich beſtändig vermehrt, während zugleich das Kupfer auf der

Oberfläche zerfreſſen wird, und im Waſſer dann roth und an der Luft grasgrün erſcheint. Über dieſer grasgrünen Subſtanz bildet ſich nach und nach kohlenſaures Natrum und dieſe Veränderungen finden ſo lange ſtatt, bis das Waſſer endlich viel weniger ſalzig geworden.

Der grüne Niederſchlag ſcheint hauptſächlich aus einem unauflöslichen Kupferchlorür zu beſtehen, das mit Bittererdehydrat gemengt oder vielmehr verbunden iſt.

Da das Meerwaſſer Chlornatrium und Chlormagneſium enthält, ſo iſt es klar, daß das Natrum und die Magneſia nur in dem Maaſe ſich bilden können, als das Waſſer zerſetzt oder die atmosphäriſche Luft abſorbirt worden. Davy fand, daß ſich kein Waſſerſtoff hierbei entbindet, und daß mithin das Waſſer nicht zerſetzt wurde; es muß folglich der Sauerſtoff der Luft das Hauptagens bei dieſer Reaktion ſeyn, was auch durch mehrere Verſuche vollkommen bewieſen worden iſt.

Das Kupfer erleidet im Meerwaſſer, das durch Kochen oder unter der Luftpumpe von atmosphäriſcher Luft befreit worden, keine Veränderung, vorzüglich wenn letztere ſorgfältig abgehalten, oder das Metall in eine Atmosphäre von Waſſerſtoffgas gebracht wird; dagegen findet eine Abſorption des Sauerſtoffs ſtatt, wenn Kupfer und Meerwaſſer in verſchloſſenen Gefäßen der Wärme ausgeſetzt werden.

Die erwähnten Erſcheinungen können in Abſicht auf die Zeit in zwei Abtheilungen gebracht werden. Erſtens wirkt der im Waſſer aufgelöste Sauerſtoff auf das Kupfer, es entſteht Kupferoxyd und da das Meerwaſſer auch Kohlenſäure enthält, ſo verwandelt ſich dieß Oxyd wenigſtens zum Theil in kohlenſaueres Salz.

Nachdem dieſe Körper gebildet ſind, reagiren ſie auf das im Meerwaſſer enthaltene Chlornatrium und Chlormagneſium. Das kohlenſaure Kupfer zerſetzt das Chlornatrium, und es entſteht Kupferchlorür und kohlenſaures Natrum. Das Kupferoxyd zerſetzt das Chlormagneſium und nun wird ein neuer Antheil Kupferchlorür und Magneſia als Hydrat gebildet. Das kohlenſaure Natrum bleibt aufgelöst, das Mag-

neſiahydrat dagegen nebſt dem Kupferchlorür ſetzen ſich zu Boden.

Ähnliche Erſcheinungen zeigen ſich an den ſchützenden Metallen, wovon wir nur die Endreſultate angeben werden.

757. Da das Kupfer ein ſchwach poſitives Metall in der elektrochemiſchen Reihenfolge iſt, ſo wiſſen wir, daß es auf das Meerwaſſer nur dann einwirkt, wenn es poſitiv iſt; um nun die zerſtörende Einwirkung des Meerwaſſers aufzuheben, darf man es nur etwas negativ zu machen ſuchen. Hierdurch wird die Verſchiedenartigkeit der einzelnen Kupferplatten und ihre elektriſche Thätigkeit gegen einander aufgehoben, nämlich ſo lange, als ihre Oberfläche ganz negativ geworden. Davy dachte daher, daß die Berührung des Zinks, Zinns oder Eiſens, wenn gleich nicht im Stande einen ſtarken elektriſchen Zuſtand hervorzurufen, doch wenigſtens fähig ſeyn würde, die langſame und ſchwache Wirkung des Meerwaſſers auf das Kupfer aufzuheben, da zwiſchen beiden nur eine geringe elektriſche Differenz vorhanden iſt. Da demnach die chemiſche Wirkung ſehr ſchwach iſt, ſo muß ſie auch durch eine ſehr ſchwache elektriſche Kraft zerſtört werden; dieſe Folgerung wurde durch mehrere Verſuche beſtätigt. Davy machte anfangs das Waſſer ſäuerlich durch Schwefelſäure und tauchte ein Stück polirtes Kupfer hinein, an welches ein Stück Zinn gelöthet war, welches nur den zwanzigſten Theil der Oberfläche des Erſtern hatte.

Nach drei Tagen hatte ſich das Kupfer noch vollkommen blank erhalten, während das Zinn ſchnell angegriffen wurde. Man bemerkte nicht die geringſte blaue Färbung in der Flüſſigkeit; bei einem Gegenverſuche aber, als das Kupfer allein in das Meerwaſſer getaucht wurde, fand man es beträchtlich auf der Oberfläche angegriffen und die Flüſſigkeit war ſichtbar blau gefärbt.

Da nun der zwanzigſte Theil von Zinn die Einwirkung des durch Schwefelſäure angeſäuerten Meerwaſſers auf Kupfer verhinderte, ſo war es einleuchtend, daß eine viel geringere Quantität die Wirkung des Meerwaſſers, welche nur von dem darin enthaltenen Sauerſtoff abhängt, aufheben würde. Als $\frac{1}{200}$ Zinn angewandt wurde, war die Wirkung

noch ganz entſchieden; es war hierbei gleich, ob das Zinn mitten, oben oder unten mit der Kupferplatte in Kontakt gebracht wurde; aber nach acht bis zehen Tagen war die ſchützende Wirkung des Zinns modifizirt worden durch eine Decke von unlöslichem Zinnchlorür, welche ſich gebildet hatte, und die das metalliſche Zinn gegen den Angriff der Flüſſigkeit verwahrte.

Zink, Eiſen oder Gußeiſen wirkte auf gleiche Weiſe. Das Zink erzeugte im Meerwaſſer eine weiſe Trübung, welche ſich in dem Gefäße als Niederſchlag zu Boden ſetzte. Das Eiſen gab einen dunkel orangefarbigen Niederſchlag, allein noch ſelbſt nach mehreren Wochen fand man im Waſſer nicht die geringſte Spur von Kupfer, und ſtatt daß deſſen Oberfläche zerfreſſen geweſen wäre, bemerkte man an mehreren Stellen reduzirtes Zink oder Eiſen.

758. Im weitern Verlauf dieſer Unterſuchungen als Davy Kupferplatten von allen möglichen Formen anwandte und ſie auf die verſchiedenartigſte Weiſe miteinander verband, ergaben ſich die genügendſten Reſultate. Ein Stückchen Zink nicht größer als eine Erbſe oder die Spitze eines kleinen Nagels reichte hin, um vierzig bis fünfzig Quadratzoll Kupfer zu konſerviren, wobei es ganz gleich war, ob daſſelbe unten, oben oder in der Mitte der Platte angebracht wurde, und ob dieſe ganz eben, übereinander geſchlagen oder ſpiralförmig zuſammengewickelt war. Als die verſchiedenen Kupferſtücken durch Draht verbunden wurden oder durch Streifen von $\frac{1}{40}$ der $\frac{1}{50}$ Zoll im Durchmeſſer, ſo war der Effekt immer derſelbe; das Kupfer blieb an allen Punkten blank, während das Eiſen oder das Zink allmählig zerfreſſen wurde.

Ein Stück Kupferblech von ungefähr ſechzig Quadratzoll auf beiden Seiten, wurde ſo zerſchnitten, daß es ſieben Theile bildete, welche noch durch kleine Streifen zuſammenhingen; hieran wurde ein Stückchen Zink von $\frac{1}{5}$ Zoll im Durchmeſſer gelöthet und das Ganze in Meerwaſſer getaucht: das Kupfer blieb vollkommen blank. Derſelbe Verſuch wurde mit Eiſen gemacht, und nach Verlauf von einem Monat war das Kupfer noch eben ſo rein und glänzend als anfangs; andere Kupferſtücken dagegen, welche nicht auf dieſe Weiſe

geſichert waren, wurden in demſelben Meerwaſſer bedeutend angegriffen und es hatte ſich hierbei eine beträchtliche Menge eines grünen Niederſchlages am Boden des Gefäßes abgelagert.

Ein Stück eines eiſernen Nagels von ungefähr einem Zoll in der Länge, wurde durch einen Kupferdraht von 12 Zoll an ein vierzig Quadratzoll haltendes Kupferblech gebunden und das ganze in Meerwaſſer getaucht; nach 8 Tagen fand man, daß das Kupfer ſo durch das Eiſen auf dieſelbe Weiſe geſchüzt wurde, als wenn es wie bei den früher angeführten Verſuchen, in unmittelbarer Berührung damit geweſen wäre.

Ein Stück Kupfer, welches mit dem einen Ende an ein Zinkſtück gelöthet worden, wurde bogenförmig in zwei verſchiedene Gefäße mit Meerwaſſer getaucht, während die Leztern durch mit Waſſer befeuchtetes Werg mit einander verbunden wurden; das Kupfer wurde auch auf dieſe Weiſe vollkommen gegen den Angriff des Meerwaſſers geſchüzt, gerade als wenn die beiden Metalle in ein und demſelben Gefäße ſich befunden hätten.

759. Der Ocean kann in Beziehung auf die Menge des an einem Schiffe befindlichen Kupfers als ein Leiter von ungeheuerer Ausdehnung betrachtet werden. Man mußte ſich demnach Gewißheit verſchaffen, ob dieſer Umſtand einigen Einfluß auf die Reſultate haben konnte; es wurden deshalb zwei ſehr feine Kupferdrähte, der eine ungeſchüzt, der andere durch ein kleines Stückchen Zink geſichert in ein ſehr großes Gefäß mit Meerwaſſer gebracht; zugleich wurde der Verſuch auch ganz im Großen angeſtellt. Zwei Kupferplatten, die mit etwas Zink, Schmiedeeiſen oder Gußeiſen, welches $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{1000}$ ihrer Oberfläche betrug, in Berührung gebracht waren, wurden mehrere Wochen lang der Ebbe und Fluth im Haven von Portsmouth ausgeſezt und das Gewicht derſelben vor und nach dem Verſuch genau beſtimmt. Betrug die Oberfläche des ſchützenden Metalls $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{150}$ von der des Kupfers, ſo wurde Lezteres weder angegriffen noch vermindert; dagegen erlitt das Kupfer mit kleinern Mengen wie z. B. mit $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{400}$ eine Gewichtsvermin-

derung, welche um ſo größer war, als das ſchützende Metall kleiner wurde; die allgemeine Gültigkeit dieſes Grundſatzes wurde noch dadurch bewieſen, daß ſelbſt $\frac{1}{1000}$ Gußeiſen noch eine gewiſſe Menge Kupfer konſervirte.

Als man den Kupferſchlag der durch Zink, oder Eiſen geſicherten Fahrzeuge mit dem der unbeſchützten verglich, ſo zeigte ſich der erſte ganz blank, während das unbeſchützte Kupfer ſchnell angegriffen wurde und anfangs roth, dann grün erſchien und ſich zum Theil abſchuppte.

Glücklicherweiſe zeigte ſich im Verlaufe dieſer Unterſuchungen, daß das Gußeiſen, eine Subſtanz, welche man überall ſehr billig ſich verſchaffen kann, am geeignetſten zur Beſchützung der Schiffbeſchläge iſt; es iſt eben ſo dauerhaft als Schmiedeeiſen oder Zink; der Graphit, welcher ſich auf der Oberfläche durch die Einwirkung des Meerwaſſers erzeugt, unterbricht die elektriſche Thätigkeit des noch vorhandenen Metalls nicht.

760. Davy hatte ſchon vorher beſtimmt, daß unter gewiſſen Umſtänden ſich alkaliſche Subſtanzen auf dem negativ elektriſchen Kupfer abſetzten und dieß findet auch wirklich Statt. Einige Kupferplatten, welche vier Monate lang dem Meerwaſſer ausgeſetzt waren, und durch Zink oder Eiſen, welches $\frac{1}{35}$ bis $\frac{1}{80}$ ſeiner Oberfläche betrug, geſchützt wurden, überzogen ſich mit einer weißen Subſtanz, die hauptſächlich aus kohlenſaurem Kalk und kohlenſaurer und hydratiſcher Bittererde beſtand. Daſſelbe zeigte ſich an dem Kupferbeſchlag zweier Fahrzeuge, von denen das eine durch einen Zinkſtreifen, und das andere durch einen Eiſenſtreifen beſchützt war, deren Oberfläche nur $\frac{1}{35}$ von der des Kupfers ausmachte.

Die Kupferbedeckungen dieſer Schiffe erhielten ſich mehrere Wochen lang vollkommen rein, ſobald aber das Metall ſich mit kohlenſaurer Kalk- und Talkerde überzog, hingen ſich Pflanzen und Inſekten daran. Waren die Kupferplatten mit Zink oder Gußeiſen geſichert, deſſen Oberfläche unter $\frac{1}{150}$ betrug, ſo zeigte ſich das Kupfer weniger negativ, dagegen mehr neutraliſirt und war faſt im elektriſchen Gleichgewicht mit der Flüſſigkeit; es bildete ſich dann kein Nieder-

ſchlag von alkaliſchen Körpern, die Pflanzen hingen ſich nicht an und die Oberfläche, obgleich ſie ein wenig ſich aufgelöſt hatte, blieb doch vollkommen rein. Dieſe Umſtände ſind von großer Wichtigkeit, weil ſie die Grenzen dieſer Beſchützung beſtimmt, und mehr Vortheil verheißt, wenn man ein ſehr kleines Quantum des oxydirbaren Metalls ſtatt einer größe- Menge deſſelben anwendet.

Die Zerſtörung des Gußeiſens geht nicht ſo ſchnell vor ſich, daß eine Maſſe von zwei bis drei Zoll Dicke nicht mehrere Jahre dauern könnte; bei den angeſtellten Verſuchen, welche ungefähr vier Monate dauerten, war der Verluſt nicht größer. Dieſes mag jedoch von dem Verhältniß abhängen, welches zwiſchen Gußeiſen und Kupfer Statt findet, ſo wie auch endlich von mehreren noch nicht näher beſtimmten Umſtänden, wie z. B. von der Temperatur, dem Salzgehalt des Meerwaſſers und vielleicht auch von der Schnelligkeit der Bewegung der Schiffe ꝛc.

Es iſt alſo klar, daß man alle Metalle der dritten und vierten Abtheilung gegen die Einwirkung der im Waſſer aufgelöſten Luft ſchützen kann, wenn man ſie negativ macht, d. h. wenn man ſie mit einem andern Metall, welches gegen ſie poſitiv iſt, verbindet.

Ähnliche Erſcheinungen werden ſich wieder darbieten bei der Oxydation der Metalle unter Einfluß der Säuren, und die Folgerungen, welche man hieraus ziehen kann, ſind nicht weniger intereſſant und nützlich.

761. **Wirkung des Sauerſtoffs auf die Metalle unter Einfluß der Säuren.** So wie Davy eine an ſich verdrüßliche Eigenſchaft dieſer Körper vortheilhaft für die Künſte zu benutzen wußte, ſo kam auch Bérard auf den Gedanken, auf ähnliche Weiſe im Gegentheil eine ſehr ſchnelle Oxydation zu bewirken, die bisweilen bei Bereitung techniſcher Produkte höchſt wünſchenswerth iſt.

Beſitzt ein Metall ſehr poſitive Eigenſchaften gegen Säuren, und iſt außerdem noch fähig ein Oxyd zu bilden, welches eine ſalzfähige Baſis iſt, ſo iſt auch klar, daß der Kontakt mit der Säure ſeine Verwandtſchaft zum Sauerſtoff noch erhöhen muß, und wenn außerdem das Oxyd,

in dem Maaße als es ſich erzeugt, auch mit der Säure ſich wieder verbindet, ſo wird die Wirkung ſo lange andauern, bis das Metall ganz oxydirt iſt.

Die Fabrikation des Bleiweißes und des Grünſpahns gründet ſich darauf. Bérard hat dieſes Verhalten der Metalle mit großem Erfolg auf die Bereitung des ſchwefelſauren Kupfers und Eiſens, ſo wie auch auf die des eſſigſauren Blei's und Chlorzinns angewendet. Es leuchtet von ſelbſt ein, daß dieß Verfahren überall angewendet werden kann, wo man mit einem Metall zu thun hat, welches den fünf erſten Abtheilungen angehört.

762. Das beſte Mittel, dieſes Verfahren zu benutzen, beſteht darin, daß man das Metall zuvörderſt in dünne Platten oder Körner verwandelt. Man häuft dieſe dann ſo zuſammen, daß die gröſtmögliche Berührung mit der Luft ſtatt findet und füllt hierauf das Gefäß, in welchem die Auflöſung vorgenommen werden ſoll, mit Säure; dieſe Säure muß ſehr mit Waſſer verdünnt ſeyn, weil, wenn dieſelbe konzentrirt wäre, das Waſſer wegen ſeiner Verbindung mit der Säure weniger fähig ſeyn würde, ſich mit Luft zu verbinden. Man nimmt bald nachher dieſe Säure weg und läßt das damit benetzte Metall mit der Luft in Berührung. Der Sauerſtoff tritt jetzt in den meiſten Fällen mit ſolcher Heftigkeit an das Meiall, daß eine Temperaturerhöhung damit verbunden iſt, welche eine Verdunſtung der das Metall bedeckenden Flüſſigkeit bewirkt. Die Anweſenheit der Säure ſteigert in dieſem Falle die Anziehung des Metalls zu dem Sauerſtoff der Luft, der im Waſſer aufgelöſt iſt, weil ſie das Metall durch ihren Kontakt poſitiver macht.

Hat man zehen bis zwölf Stunden lang das mit verdünnter Säure befeuchtete Metall der Luft ausgeſetzt, ſo bedeckt man es aufs Neue mit der zuvor abgegoſſenen Säure; dieſe findet nun gebildetes Oxyd vor und löſt daſſelbe ſehr leicht auf. Entfernt man die Säure nach einigen Stunden auf's Neue, ſo iſt das Metall wiederum der Luft ausgeſetzt und die beſchriebene Erſcheinung kehrt wieder. Man kann auf ſolche Weiſe, indem man dieſelben Operationen mehre-

male wiederhohlt, in wenigen Tagen die Säure vollkommen mit Oxyd ſättigen.

763. Wirkung des Sauerſtoffs unter Einfluß der Baſen. So wie die poſitiven Metalle mittelſt des Einfluſſes der Säuren den Sauerſtoff leicht abſorbiren, ſo können auch negative Metalle unter dem Einfluſſe mächtiger Baſen ſich mit dieſem Gaſe verbinden.

Wir haben bereits erwähnt, daß die Oxyde gegen die Metalle ſich negativ verhalten. Man ſollte glauben dieſes Verhalten fände durchgängig ohne Ausnahme Statt, und durch den Kontakt mit einem Oxyde müßte folglich das Metall ſtets poſitiver als zuvor werden. Es handelt ſich nun darum, zu erklären, warum dieſer Einfluß ſich nur auf einige Metalle und hauptſächlich auf die negativen beſchränkt.

Wir wollen zu dem Ende vorſtehendes Beiſpiel anführen. So bald man Schwefelſäure mit Kupfer in Berührung bringt, ſo kann man ſich die Ordnung der Theilchen folgendermaßen vorſtellen:

Kupfer o o Sauerſtoff
o Schwefel.

Kommt Sauerſtoff dazu, ſo muß ſich derſelbe nothwendiger Weiſe zwiſchen Kupfer und Schwefel begeben und man hat dann

Kupfer o o Sauerſtoff
Sauerſtoff o o Schwefel.

So verhält es ſich nun, der hinzugekommene Sauerſtoff mag mit dem Kupfer ſich verbinden oder nicht. Nun iſt es aber außer allem Zweifel, daß die Fähigkeit der Säure, ſich mit dem Oxyd zu verbinden, ſchon ein hinreichender Grund zur Oxydation des Kupfers iſt. Man erſieht hieraus, daß die baſiſche Tendenz dieſes Oxyds auf das Phänomen einen bedeutenden Einfluß ausübt.

Subſtituirt man nun der Schwefelſäure Kali oder eine andere gleich ſtarke Baſis, ſo wird ſich in der Anordnung der Theilchen nichts ändern und man hat

Platin o o Sauerſtoff
o Kalium.

Der Platz des Sauerſtoffs iſt noch offen und wenn dieſer dazu kommt, ſo hat man

Platin 0 0 Sauerſtoff
Sauerſtoff 0 0 Kalium.

Um hier die Verbindung zu bewerkſtelligen, muß eine neue Kraft ſich derjenigen zugeſellen, welche die Theilchen ordnete, und dieſe Kraft muß in der ſauern Tendenz der neuen Verbindung geſucht werden, welche durch die Anordnung der Theilchen möglich wurde. Es wird alſo in dieſem Falle die Bildung eines neuen Oxydes nur in den ſäuerungsfähigen Metallen Statt finden, ſo wie ſie im vorhergehenden Fall auf Metalle beſchränkt war, die vorzugsweiſe ſtarke Salzbaſen erzeugen konnten.

Ohne hier der Metalle der zwei erſten Abtheilungen zu gedenken, welche in dieſer Hinſicht nur ſchwierig zu ſtudiren ſeyn würden, erwähnen wir nur, daß alle ſäurungsfähigen Metalle der dritten und vierten Abtheilung, ſo wie die Metalle der ſechſten Abtheilung, wenn ſie mehr oder minder ſtark unter Berührung der Luft und des Kalis oder Natrons erhitzt werden, ſich mehr oder weniger ſchnell oxydiren und Verbindungen erzeugen, welche durch die Vereinigung des neuen Oxyds mit Natron oder Kali gebildet werden.

764. Wirkung des verdichteten Sauerſtoffs. Wir würden hier im Allgemeinen die Wirkung aller Oxyde auf die Metalle betrachten betrachten können, ſpäter aber muß die Wirkung der Metalloxyde auf dieſe Körper wieder zur Sprache gebracht werden, deshalb wird ſich die gegenwärtige Unterſuchung blos auf die nicht metalliſchen Oxyde beſchränken. Es giebt darunter einige, worüber nichts weiter zu ſagen iſt, andere dagegen ſind bereits vorläufig ſchon näher betrachtet worden, ſo daß wir uns darauf beſchränken wollen, nur die Wirkungen des Waſſers und der vorzüglichſten Säuren näher zu unterſuchen.

765. Es iſt hinlänglich bekannt, daß das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur raſch durch die Metalle der erſten Abtheilung zerſetzt wird; ferner daß die der dritten Abtheilung bei Rothglühhitze dieſelbe Wirkung ausübt, und endlich daß die der zweiten, welche unfähig ſind, dieſe Flüſſigkeit bei ge=

wöhnlicher Temperatur zu zerſetzen, doch den Sauerſtoff derſelben bei einer Temperatur anziehen, welche die Rothgluth noch nicht erreicht.

Die Metalle der zweiten und dritten Abtheilung, welche das Waſſer in der Kälte nicht zerſetzen, können nichts deſtoweniger ihm unter Einfluß ſtarker Säuren ſeinen Sauerſtoff entziehen und den Waſſerſtoff frei machen. Sie gehen ſo in Oxyde über und dieſe bilden dann Salze, indem ſie ſich mit der vorhandenen Säure verbinden. Auf dieſe Weiſe bereitet man das Waſſerſtoffgas, indem man das Zink unter Einfluß der Schwefelſäure auf das Waſſer einwirken läßt.

766. Die Chlor- Brom- und Jod-Säure oxydirt die meiſten bekannten Metalle, ſelbſt die der letzten Abtheilung.

767. Die gewöhnliche Schwefelſäure in Berührung mit den Metallen der erſten und zweiten Abtheilung erzeugt unmittelbar Waſſerſtoff und ein ſchwefelſaures Salz. Dieſe Säure wirkt ſelbſt auf die Metalle der dritten Abtheilung, wenn ſie mit Waſſer verdünnt iſt; iſt ſie aber konzentrirt, ſo iſt die Wirkung in der Kälte ſehr ſchwach und es entbindet ſich nur wenig Waſſerſtoff. Erwärmt man unter dieſen Umſtänden, ſo wird das Waſſer und die Säure zugleich zerſetzt und man erhält ſchweflichte Säure, Waſſerſtoff und ein ſchwefelſaures Salz.

Alle übrigen Metalle wirken zerſetzend auf die Schwefelſäure und äußern keine Wirkung auf das Waſſer, welches in derſelben enthalten iſt. Alle ſind jedoch nicht fähig dieſe Zerſetzung zu bewirken; hiervon müſſen die meiſten der säuerungsfähigen Metalle der vierten Abtheilung ausgenommen werden; nämlich: Chrom, Wolfram, Tantal, Titan, Uran, Cerium, Osmium, Palladium, Rhodium, Platin, Gold und Iridium.

768. Aus dem Vorhergehenden iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß die ſchweflichte Säure nur durch die Metalle der drei erſten Abtheilungen zerſetzt wird, wenigſtens wenn das Oxyd und die Schwefelverbindung, welche das Metall erzeugen könnte, in dem ſiezerſetzt wird, nicht ſehr geneigt wären, ſich miteinander zu verbinden. Das ſchweflichtſaure

Gas in Berührung mit Kalium und Natrium giebt, wenn das Gas im Übermaaß vorhanden, ein ſchwefelſaures Salz und Schwefel, oder auch ein ſchwefelſaures Salz und eine Schwefelverbindung, wenn im Gegentheil das Metall vorherrſcht. Mit den übrigen Metallen dieſer Abtheilung würde ſich ein Oxyd und eine Schwefelverbindung erzeugen.

Iſt die ſchweflichte Säure in Waſſer aufgelöst, ſo ſind die Erſcheinungen verſchieden und man erhält mit den Metallen der zweiten und dritten Abtheilung unterſchweflichtſaure Salze. Die Metalle der erſten Abtheilung wirken nur auf das Waſſer der Auflöſung; die übrigen zeigen gar keine Wirkung.

769. Die Salpeterſäure wird durch alle Metalle angegriffen, welche fähig ſind, die Schwefelſäure zu zerſetzen und außerdem noch durch Palladium und Uran. Hierbei zeigen ſich Erſcheinungen, welche näher ins Auge gefaßt werden müſſen.

Von den Metallen der ſechſten Abtheilung werden blos das Silber und das Palladium durch die Salpeterſäure angegriffen. Dagegen äußern Rhodium, Gold, Platin und Iridium keine Wirkung auf dieſelben. Das Palladium wirkt ſelbſt in der Wärme nur ſchwach auf die Salpeterſäure: es erzeugt ſich ein ſalpeterſaures Salz, welches eine dunkelrothe Auflöſung bildet und Stickſtoffoxyd wird entbunden. Das Silber dagegen wird ſelbſt in der Kälte heftig angegriffen, allein die Einwirkung findet erſt vollkommen und ſchnell bei gelinder Wärme ſtatt; es bildet ſich farbloſes ſalpeterſaures Silber, während ſich Stickſtoffoxyd entbindet.

Aus der fünften Abtheilung wirkt das Osmium nicht auf dieſe Säure; dagegen wird ſie durch das Queckſilber zerſetzt, indem ähnliche Erſcheinungen wie bei dem Silber ſich darbieten. Die Einwirkung findet zwar in der Kälte, beſſer aber noch in der Wärme ſtatt, indem ſich ſtets ein ſalpeterſaures Salz und Stickſtoffoxyd bildet.

In der vierten Abtheilung ſind fünf Metalle, welche die Salpeterſäure zerſetzen können, nämlich: Chrom, Wolfram, Tantal, Titan und Cerium.

Vier Metalle werden in der Kälte wenig angegriffen, zerſetzen aber dieſe Säure unter Mitwirkung der Wärme;

ſie erzeugen auch reines Stickſtoffoxyd, wie die Metalle der fünften und ſechſten Abtheilung. Dieſe Metalle ſind: das Blei, welches ein farbloſes ſalpeterſaures Salz giebt; das Uran, was eine gelbe Auflöſung bildet; das Molybdän, welches in unauflösliche graulich-weiße Molybdänſäure übergeht, und endlich das Arſenik, das ſich nach und nach in wenig lösliche arſenichte und ſehr lösliche Arſenikſäure verwandelt.

Alle übrigen Metalle dieſer Abtheilung, nämlich: Antimon, Kobalt, Wismuth, Kupfer, Tellur und Nickel ſind fähig die Salpeterſäure bei gewöhnlicher Temperatur zu zerſetzen. Die anfangs langſame Wirkung wird ſehr kräftig, weil die Temperatur durch den chemiſchen Prozeß geſteigert wird, und während ſich anfangs Stickſtoffoxyd entbindet, kann man gegen das Ende der Operation auch viel Stickſtoffoxydul auffangen. Das Antimon verwandelt ſich in weiße unauflösliche antimonichte Säure, während alle Übrigen ſalpeterſaure Salze erzeugen. Das Wismuthſalz iſt farblos und wird durch Waſſer weiß gefällt; das Tellurſalz iſt gleichfalls ungefärbt, wird aber vom Waſſer nicht gefällt; ſalpeterſaures Kobalt iſt roſenfarb, das Nickelſalz grün und das Kupferſalz blau.

In der dritten Abtheilung zeichnet ſich das Mangan durch eine ſchwache Wirkung aus, welche es auf die Salpeterſäure ausübt; es löst ſich übrigens aber in derſelben auf und erzeugt damit Stickſtoffoxyd und ſalpeterſaures Mangan. Zink, Eiſen, Zinn und Kadmium wirken dagegen äuſſerſt heftig. Im erſten Augenblick des Kontakts ſcheint die Reaktion ſchwach zu ſeyn, allein ſo wie nach und nach die Temperatur ſteigt, wird ſie lebhafter. Das Gemenge erhitzt ſich beträchtlich, es entbindet ſich in wenigen Augenblicken eine bedeutende Menge Gas und erſt nachdem entweder von der Säure oder dem Metall nichts mehr vorhanden iſt, hört dieſe heftige Wirkung auf. Wollte man in verſchloſſenen Gefäßen dieſen Verſuch mit einer größern Menge Säure oder Metall vornehmen, ſo würde ohne Zweifel eine Exploſion entſtehen, ſo bedeutend und raſch iſt die Gasentbindung.

Die Produkte hierbei ſind ſehr verſchieden: die zerſetzte Säure verwandelt ſich in Stickſtoffoxyd und wenn die Temperatur ſteigt, geht ſie in Stickſtoffoxydul über; Letzteres, indem es ſich mehr und mehr entbindet, verliert endlich allen Sauerſtoff und man erhält Stickſtoff. Zugleich zerſetzt ſich auch das Waſſer der Säure, es wird Waſſerſtoff frei und dieſer verbindet ſich ſogleich mit dem Stickſtoff zu Ammoniak, und daher Erzeugung von ſalpeterſaurem Ammoniak; anfangs entbinden ſich dicke rothe Dämpfe, die nach und nach ſchwächer werden und die endlich farbloſen Dämpfen Platz machen.

Das Zink bildet mit Salpeterſäure ein farbloſes Salz; das Eiſen giebt eine rothbraune Auflöſung von ſalpeterſaurem Oxyd, nebſt einem rothbraunen Niederſchlag von Eiſenoxyd; das Zinn verwandelt ſich in Zinnſäure, die ein weißes unauflösliches Pulver iſt; das Kadmium giebt ein ungefärbtes ſalpeterſaures Salz. Höchſt wahrſcheinlich enthalten alle Rückſtände ſalpeterſaures Ammoniak, was bis jetzt aber nur bei dem Zinn und dem Eiſen nachgewieſen iſt.

Die Wirkung der Metalle der zweiten Abtheilung hat die größte Ähnlichkeit mit der der vorigen.

Die Metalle der erſten Abtheilung, wenigſtens das Kalium und Natrium, äußern auf die Salpeterſäure eine überaus heftige Wirkung; das Metall entzündet ſich, wird oxydirt und bildet ein auflösliches Salz mit der Säure.

770. Die Phosphorſäure wird durch Kalium und Natrium zerſetzt. Es kann ein phosphorſaures Salz und eine Phosphorverbindung daraus hervorgehen, wenn man die Säure in Überſchuß anwendet. Im entgegengeſetzten Fall wird ein Gemenge von Oxyd und der Phosphorverbindung gebildet. Iſt die Säure waſſerhaltig, ſo wird auch das Waſſer zerſetzt, ſein Waſſerſtoff entbindet ſich und man erhält eine größere Menge Oxyd. Ein gleiches Verhalten findet bei allen Metallen der dritten und bei Einigen der vierten Abtheilung ſtatt.

Ungefähr auf dieſelbe Weiſe wirkt das Kalium und Natrium auf die Borſäure. Man erhält ein borſaures Salz und Bor-Kalium oder Natrium. Die übrigen Metalle ſchei-

nen keinen Einfluß zu äußern. Die Kieſelerde verhält ſich wie die Borſäure.

Die Kohlenſäure wird vollſtändig durch Kalium und Natrium zerſetzt und in Kohlenoxyd durch die Metalle der zweiten und dritten und durch einige der vierten Abtheilung reduzirt; alle übrigen Metalle äußern keine Wirkung auf dieſelbe.

771. Öfters werden auch die Salze als Oxydationsmittel angewendet. Unter dieſen zeichnet ſich vorzüglich das ſalpeterſaure, das ſaure ſchwefelſaure und das chlorſaure Kali aus. Da Erſteres bei der Zerſetzung in der Hitze Sauerſtoff und eine ſtarke Baſis giebt, ſo eignet es ſich dadurch beſonders zur Oxydation der ſäuerungsfähigen Metalle; das zweite iſt vorzüglich bei ſolchen Metallen anwendbar, welche die Schwefelſäure zerſetzen, denn es enthält eine bedeutende Menge von dieſer Säure im faſt freien Zuſtande, die demungeachtet aber Rothglühhitze ertragen kann, ohne ſich zu verflüchtigen; das letzte Salz endlich giebt ſeinen Sauerſtoff ſehr leicht ab, und enthält ſehr viel davon, allein es kann nur ſehr oxydirbare Metalle oxydiren, wegen der niedrigen Temperatur, in welcher es ſchon ſeinen Sauerſtoff abgiebt.

Klaſſifikation der Oxyde.

772. Vergleicht man die Reaktionen der verſchiedenen Oxyde, welche ſie theils auf andere Oxyde, theils auf Körper von ähnlicher Natur ausüben, ſo entdeckt man bald Verhältniſſe und Ähnlichkeiten, welche die Exiſtenz mehrerer ſcharf geſchiedener Klaſſen unter den bekannten Oxyden darthun. Ohne gerade behaupten zu wollen, daß die Eintheilungsweiſe, mit der wir uns im Vorhergehenden beſchäftigt haben, ſehr genau und unverrückbar ſey, ſo ſind wir doch der Meinung, daß ſie zum Behuf des Studiums ſo zahlreicher Verbindungen, welche die Oxyde bilden können, äußerſt bequem iſt.

In folgender Tabelle ſind die Metalle in fünf Hauptklaſſen eingetheilt, nämlich:

1. Die ſauern Oxyde; d. h. ſolche, welche ſich nicht mit den Säuren verbinden, oder wenigſtens ihre Eigenſchaf-

ten nicht neutraliſiren, die dagegen aber mit den Baſen Verbindungen eingehen und deren Eigenſchaften aufheben.

Die baſiſchen Oxyde; es ſind diejenigen, welche ſich ſehr leicht mit den Säuren verbinden, und dieſelben genau ſättigen, die aber im Gegentheil ſich ſchwierig mit den Baſen vereinigen und die Eigenſchaften derſelben nicht aufheben.

3. Die indifferenten Oxyde; es ſind dieß die vielen Oxyde, welche ſowohl baſiſche Rolle mit kräftigen Säuren und ſaure Rolle mit ſtarken Baſen ſpielen können.

4. Die beſondern Oxyde; die einzelnen Arten dieſer merkwürdigen Gruppe vereinigen ſich weder mit den Säuren noch mit den Baſen. Unter dem Einfluſſe dieſer Körper, der zuweilen ſehr ſchwach zu ſeyn ſcheint, geben die beſondern Oxyde theils etwas Sauerſtoff, theils etwas von ihrem Metall ab, um in einen niedrigern oder höhern Oxydationszuſtand überzugehen, und werden dadurch fähig, ſich mit den Körpern zu verbinden, mit welchen man ſie zuſammen brachte. Dieſe Oxyde haben Ähnlichkeit mit dem Waſſerſtoffüberoxyd, mit deſſen Hilfe ſie beinahe alle bereitet werden.

5. Die ſalzähnlichen Oxyde. Dieſe bilden eine Ergänzungsklaſſe, die füglich aufgehoben werden kann. Sie enthält Oxyde, welche aus zwei Oxyden ſo gebildet ſind, daß das eine ſich als Säure und das andere als Baſis verhält. Es entſteht daraus ein eigentliches Salz, welches bald aus einem baſiſchen Oxyde verbunden mit einem ſauern Oxyde, bald aus einem baſiſchen Oxyde und einem indifferenten Oxyde, bald aber auch aus einem indifferenten Oxyde und einem ſauern Oxyde beſteht. Obgleich die Zahl dieſer Verbindungen bis jetzt noch beſchränkt iſt, ſo könnte ſich doch dieſelbe in Folge neuer Unterſuchungen noch ſehr vergrößern.

773. Sehr ſelten bildet ein Metall ſo viele Oxyde, daß jeder Klaſſe eines davon zukäme; faſt niemals aber hat ein Metall zwei Oxyde in ein und derſelben Klaſſe.

In folgender Tabelle wollen wir zugleich die atomiſtiſche Zuſammenſetzung der Oxyde geben; es wurde deshalb dem Namen des Oxydes ein Zeichen beigeſetzt, welches die Zuſammenſetzung andeutet, indem die Anfangsbuchſtaben des Metalls oder des Sauerſtoffs ein Atom von jedem dieſer Kör-

per vorſtellen Sind mehrere Atome von einem Beſtandtheil in der Verbindung, ſo wird dieß durch eine als Exponent daneben geſetzte Zahl angedeutet. Man erſieht aus dieſer Zuſammenſtellung, daß die meiſten baſiſchen Oxyde aus einem Atom Metall und einem Atom Sauerſtoff beſtehen; daß ferner die mehrſten beſondern Oxyde ein Atom Metall und zwei Atome Sauerſtoff enthalten, und daß endlich beinahe alle indifferenten Oxyde aus zwei Atomen Metall und drei Atomen Sauerſtoff gebildet ſind.

*) Dieſe äußerſt bequeme Bezeichnungsmethode erfand Berzelius. Die einfachſten, ſo wie die zuſammen geſetzteſten chemiſchen Verbindungen können auf dieſe Weiſe ſehr leicht ſo bezeichnet werden, daß das ihnen entſprechende Zeichen ihre Miſchung ſowohl qualitativ als quantitativ ganz ſcharf ausdrückt. Ausführlicheres darüber ſo wie über die chemiſche Proportionslehre überhaupt findet man in dem trefflichen „Verſuch eines Lehrbuchs der Stöchiometrie von Dr. Buff. Nürnberg, 1829." A. u. E.

Tabelle der Metalloxyde.

Namen der Oxyde.	Zuſammenſetzung und Natur der Oxyde.				
	Saure.	Baſiſche.	Indifferente.	Beſondere.	Salzähnliche.
Erſte Abtheilung.					
Calciumoxyd . . .	. . .	CaO			
— überoxyd *) . .	. . .	. . .	. . .	CaO^2	
Strontiumoxyd . .	. . .	SrO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	SrO^2	
Bariumoxyd . . .	. . .	BaO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	BaO^2	
Lithiumoxyd . . .	. . .	LO			
Kaliumoxyd . . .	. . .	KO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	KO^3	
Natriumoxyd . . .	. . .	NaO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	Na^2O^3	
Zweite Abtheilung.					
Magneſiumoxyd . .	. . .	MgO			
Yttriumoxyd . . .	. . .	YO			
Berylliumoxyd . .	. . .	. . .	Be^2O^3		
Aluminiumoxyd . .	. . .	. . .	Al^2O^3		
Zirkoniumoxyd . .	. . .	. . .	Zr^2O^3		
Dritte Abtheilung.					
Manganoxydul . .	. . .	MnO			
— oxyd-oxydul . .	. . .	. . .	. . .	. . .	$MnO + Mn^2O^3$
— oxyd	. . .	. . .	Mn^2O^3		
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	MnO^2	
— ſäure	Mn^2O^5				
Zinkoxyd	. . .	. . .	ZnO		
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	ZnO^2	
Eiſenoxydul . . .	. . .	FeO			
— oxyd-oxydul . .	. . .	. . .	. . .	. . .	$FeO + Fe^2O^3$
— oxyd	. . .	. . .	Fe^2O^3		
Zinnoxydul . . .	. . .	. . .	StO		
— ſäure	StO^2				
Kadmiumoxyd . .	. . .	CdO			
Kobaltoxyd . . .	. . .	CoO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	Co^2O^3	
Nickeloxyd	. . .	NiO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	Unbek.	
Vierte Abtheilung.					
Chromoxydul . . .	. . .	. . .	Cr^2O^3		
— oxyd	. . .	. . .	. . .	. . .	$Cr^2O^3 + 4\,CrO^3$

*) Wir werden von nun an ſtatt Superoxyd die deutſche Benennung „Überoxyd" gebrauchen. A. u. E.

Namen der Oxyde.	Saure.	Baſiſche.	Indifferente.	Beſondere.	Salzähnliche.
Chromſäure . . .	CrO_3				
Molybdänoxyd . .	...	...	...	MoO	
Molybdänige Säure	...	...	...	...	$MoO + MoO_3$
Molybdänſäure . .	MoO_3				
Wolframoxyd . . .	...	...	...	WO_2	
— ſäure	WO_3				
Tantalſäure . . .	TaO_3				
Antimonoxyd . . .	...	...	Sb_2O_3		
Antimonige Säure .	SbO_2				
Antimonſäure . .	Sb_2O_5				
Uranoxydul . . .	...	UO			
— oxyd	...	...	U_2O_3		
Ceriumoxydul . .	...	CeO			
— oxyd	...	...	Ce_2O_3		
Titanoxyd	...	Unbek.			
— ſäure	TiO_2				
Wismuthoxyd . . .	...	Bi_2O_3			
Kupferoxydul . . .	...	...	...	Cu_2O	
— oxyd	...	CuO			
— überoxyd . . .	...	...	...	CuO_2	
Telluroxyd	...	...	TeO_2		
Bleioxyd	...	PbO			
— überoxydul . .	...	...	...	...	$PbO + PbO_2$
— überoxyd . . .	...	...	...	PbO_2	
Fünfte Abtheilung.					
Queckſilberoxydul . .	...	Hg_2O			
— oxyd	...	HgO			
Osmiumoxydul . .	...	OsO			
— anderthalboxydul *)	...	...	Os_2O_3		
— oxyd	...	...	...	OsO_2	
— ſäure	OsO_4				
— blaues Oxyd . .	...	...	...	...	$OsO + Os_2O_3$
Rhodiumoxydul . .	...	Unbek.			
— oxyd	...	...	R_2O_3		
— zuſammengeſ. Oxyde	...	...	...	...	$2RO + RO_2$ $3RO + RO_3$ $RO + 3RO_3$ $RO + 4RO_3$
Sechſte Abtheilung.					
Silberoxyd	...	AgO			
Palladiumoxyd . .	...	PdO			
Goldoxydul . . .	...	...	AuO		
— oxyd	...	...	...	AuO_3	
Platinoxyd . . .	...	...	PtO_2		
Iridiumoxydul . .	...	IrO			
— anderthalboxydul	...	...	Ir_2O_3		
— oxyd	...	...	IrO_2		
— anderthalboxyd .	IrO_3				

*) Durch anderthalb wird angedeutet, daß die damit bezeichneten Oxydationsſtufen die Hälfte mehr Sauerſtoff enthalten, als diejenigen gleichnamigen, welchen dieſes Zahlwort nicht vorgeſetzt iſt. A. u. E.

774. Wir werden nun ſelten die Erſcheinungen zu betrachten haben, welche von der Reaktion der beſondern oder der ſalzähnlichen Oxyde herrühren. Die erſtern bilden nie, oder höchſtens nur ſehr unbeſtändige Verbindungen, die zweiten dagegen werden ſtets zerſetzt oder auf ihre Elementaroxyde reduzirt, aus welchen ſie zuſammengeſetzt ſind.

775. Unſer Hauptaugenmerk muß deshalb auf das Studium der ſauern, baſiſchen oder indifferenten Oxyde gerichtet ſeyn, mit deren Bildung, Zerſetzung oder Übergang in den ſalzähnlichen Zuſtand ſo viele wichtige chemiſche Erſcheinungen in unmittelbarem Zuſammenhang ſtehen. Um aber dieſes Studium zu erleichtern, ordnen wir die Oxyde in folgender Tafel nach ihrem poſitiven oder negativen Werthe. Wir ſtellen die poſitivſten oder die Baſen oben an, laſſen die indifferenten folgen und beſchließen die Reihe mit den negativſten oder den Säuren. In jeder Abtheilung ſind die Oxyde ungefähr nach ihrer chemiſchen Kraft geordnet, indem die am meiſten baſiſchen oben an ſtehen, und die mehr ſauern ihnen folgen; ſo daß, wenn man in dieſer Tafel von oben herab geht, der negative oder ſaure Charakter immer mehr vorherrſchend wird. Man wird durch dieſe Anordnung in den Stand geſetzt eine Menge von Reaktionen vorher zu beſtimmen oder zu erklären. Hinſichtlich der richtigen Stellung mehrerer Oxyde ſind wir jedoch noch in Zweifel und können deshalb den Platz, den ſie einnehmen, nicht verbürgen.

Kalium-Oxyd . . .	KO
Natrium- — . . .	NaO
Lithium- — . . .	LO
Barium- — . . .	BaO
Strontium- — . .	SrO
Calcium- — . . .	CaO
Magneſium- — . .	MgO
Yttrium- — . . .	YO
Eiſenoxydul . . .	FeO
Mangan- — . . .	MnO
Blei-Oxyd	PbO

Silber-Oxyd . . .	$Ag O$
? Kadmium- — . . .	$Cd O$
Queckſilber-Oxydul .	$Hg^{2} O$
? Cerium- — . . .	$Ce O$
? Kobalt-Oxyd . . .	$Co O$
? Nickel- —	$Ni O$
Queckſilber- — . .	$Hg O$
Zink- —	$Zn O$
Kupfer- — . . .	$Cu O$
Palladium- — . .	$Pd O$
Uran- —	$U O$
Beryllium- — . . .	$Be^{2} O^{3}$
Aluminium- — . .	$Al^{2} O^{3}$
Eiſen- —	$Fe^{2} O^{3}$
Mangan- —	$Mn^{2} O^{3}$
Chrom-Oxydul . .	$Cr^{2} O^{3}$
Antimon-Oxyd . .	$Sb^{2} O^{3}$
Cerium- — . . .	$Ce^{2} O^{3}$
Uran- —	$U^{2} O^{3}$
Zinn-Oxydul . . .	$St O$
Wismuth-Oxyd . .	$Bi^{2} O^{3}$
Tellur- —	$Te O^{2}$
Rhodium- —	$R^{2} O^{3}$
Iridium-Oxydul . .	$Ir O$
Platin-Oxyd . . .	$Pt O^{2}$
Gold- —	$Au^{2} O^{3}$
Zinn-Säure *) . .	$St O^{2}$
Titan- —	$Ti O^{2}$
Antimonichte- — . .	$Sb O^{2}$
Tantal- —	$Ta O^{3}$
Antimon- — . . .	$Sb O^{3}$
Wolfram- — . . .	$W O^{3}$
Molybdän- — . . .	$Mo O^{3}$
Mangan- —	$Mn^{2} O^{5}$
Chrom- —	$Cr O^{3}$

*) Wird gewöhnlich Zinnoxyd genannt.

Eigenſchaften der Metalloxyde.

776. Alle Oxyde ſind bei gewöhnlicher Temperatur ſtarr, ſpröde, und glanzlos im pulveriſirten Zuſtand. Sie ſind ſämmtlich geruch= und geſchmacklos, mit Ausnahme der der zweiten Abtheilung, nämlich die Säuren und das Osmiumoxyd. Einige ſind weiß, andere ſind verſchieden gefärbt, alle aber haben ein größeres ſpezifiſches Gewicht als das Waſſer.

777. Bisweilen äußert die Elektrizität gar keine Wirkung auf dieſe Körper; es iſt dieß der Fall bei der Thonerde, deren metalliſche Grundlage man durch dieſes Mittel nicht darſtellen konnte. Aus allen Oxyden der Metalle der fünf letzten Abtheilungen ſcheidet ſie Sauerſtoff vom Metall. Eine galvaniſche Säule von 100 Plattenpaaren iſt hinreichend um ſelbſt die beſtändigſten Oxyde zu zerſetzen, und ein weit ſchwächerer Apparat genügt ſchon zur Zerlegung derjenigen Oxyde, deren Beſtandtheile minder feſt miteinander verbunden ſind; bisweilen reicht ſchon ein einfaches Plattenpaar hin. Um dieſe Reſultate zu erhalten, darf man nur das Oxyd mit etwas Waſſer anfeuchten, um es zum Leiter der Elektrizität zu machen und dann Platindrähte, welche mit den beiden Polen der Säule in Verbindung ſtehen, damit in Berührung bringen. Der Sauerſtoff begiebt ſich an den poſitiven Pol und das reducirte Metall häuft ſich ſtaubförmig, kryſtalliniſch oder als kleine Kügelchen am negativen Pol an. Kann ſich das freiwerdende Metall leicht mit Queckſilber amalgamiren, und ſind außerdem zu der Reduktion des Oxydes kräftige Mittel nöthig, ſo formt man aus dem angefeuchteten Oxyd ein kleines Schälchen, bringt etwas Queckſilber in daſſelbe und taucht den negativen Draht in dieſes Metall. Sobald ſich etwas Oxyd reduzirt, erzeugt ſich ein Amalgam, welches der Luft länger widerſteht, als das reine Metall, wenn dieſes der zweiten Abtheilung angehört.

Die Leitungsfähigkeit des Oxyds ſpielt bei dieſer Reduktion eine bedeutende Rolle. Es kann der Fall ſeyn, daß die Oxyde bisweilen der Wirkung der Säule bloß deshalb widerſtehen, weil ſie ſchlechte Elektrizitätsleiter ſind, wenn

gleich ihr Radikal eigentlich weniger Verwandtſchaft zu dem Sauerſtoff hat, als das derjenigen Oxyde, welche auf dieſe Weiſe leicht zerſetzt werden können.

778. Der Magnet wirkt auf die Oxyde weit ſchwerer als auf die Metalle. Man kennt nur zwei Oxyde, welche vom Magnet angezogen werden, nämlich das Eiſenoxydul und das Eiſenoxyd-Oxydul, nebſt einigen Verbindungen, in denen das Erſtere ſich befindet. Der natürliche Magnet iſt Eiſenoxyd-Oxydul, welches durch ſein langes Liegen im magnetiſchen Meridian magnetiſch geworden iſt.

779. Wirkung der Wärme. Wirft man einen Blick auf die Klaſſifikationstafel der Metalle, ſo erſieht man hieraus, wie die Wärme auf die meiſten Oxyde wirkt. Die Oxyde der zwei letzten Abtheilungen werden bei mehr oder minder hoher Temperatur zerſetzt; dieß gilt jedoch nicht von den vier erſten Abtheilungen, deren Oxyde nur bisweilen, wenn ſie ſehr reich an Sauerſtoff ſind, einen Theil davon abgeben, und eine niedrigere Oxydationsſtufe bilden.

Folgende Oxyde der vier erſten Abtheilungen werden durch die Wärme zerſetzt,

Calciumüberoxyd
Strontiumüberoxyd
Zinküberoxyd
Nickelüberoxyd
Antimonſäure
Kupferüberoxyd
Bleiüberoxyd

werden noch unterhalb der Rothglühhitze zerſetzt.

Bariumüberoxyd
Natriumüberoxyd
Uranoxyd
Kobaltüberoxyd
Kupferüberoxyd
Bleiüberoxydul
Manganüberoxyd.

werden bei anfangender Rothgluth oder noch darüber zerſetzt.

Man kennt nur ein einziges Oxyd, welches ſich in der Wärme verflüchtigt; es iſt dieß das Osmiumoxyd. Dagegen giebt es mehrere, die ſchmelzbar ſind, allein die hierzu erforderliche Temperatur iſt ſehr verſchieden. Die Oxyde der

zweiten Abtheilung, als Baryt und Strontian ſchmelzen nur mit Hülfe des newmann'ſchen Knallgebläſes.

Die Oxyde der fünften Abtheilung, die der ſechſten und alle diejenigen, welche in der angeführten Tabelle verzeichnet ſind, zerſetzen ſich noch ehe ſie ſchmelzen. Von den Oxyden der dritten und vierten Abtheilung gilt im Allgemeinen, daß, wenn ihre Metalle ſelbſt ſchon leicht ſchmelzen, ſie auch ſehr, obgleich etwas weniger ſchmelzbar ſind. In dem Fall, wo das Metall Weißglühhitze zum Schmelzen erfordert, iſt das Oxyd immer ſchmelzbarer als das Metall.

780. Wirkung des Lichts. Man kennt bis jetzt noch nichts Beſtimmtes über die Wirkung des Lichts auf die Metalle. Es ſcheint dieſelbe iſt auf die meiſten Oxyde gleich Null, die der letzten Abtheilung aber werden durch daſſelbe zerſetzt. Man beachtet den Einfluß dieſer Materie auf dieſe Klaſſe von Körpern in den Laboratorien zu wenig, allein bei induſtriellen Anwendungen muß man darauf Rückſicht nehmen und Verſuche damit anſtellen, ehe man Anwendung von Oxyden der letzten Abtheilung macht, die lange dem Lichte ausgeſetzt werden ſollen.

781. Chemiſche Eigenſchaften. Viele Körper ſind fähig, die Oxyde zu verändern, entweder indem ſie ſich ihres Sauerſtoffs bemächtigen und das Metall frei machen, oder indem ſie ſich mit dem Metall verbinden und den Sauerſtoff austreiben, oder indem ſie ſich mit dem Metall und Sauerſtoff zugleich verbinden, oder indem ſie ſich endlich mit dem Oxyde ſelbſt vereinigen, ohne es zu zerſetzen. Wir wollen dieſe verſchiedenen Reaktionen näher betrachten, weil die Kenntniß dieſer Körper, ſowohl für die allgemeine Chemie als bei induſtriellen Anwendungen ſehr wichtig iſt.

782. Wirkung der nicht metalliſchen Körper. Die einfachen nicht metalliſchen Körper zerfallen hinſichtlich ihrer Wirkung auf die Oxyde in drei Gruppen. Die erſte enthält den Waſſerſtoff, den Kohlenſtoff, das Bor, das Kieſel und den Stickſtoff; dieſe Körper zeigen entweder eine höchſt einfache oder gar keine Wirkung auf die Oxyde. Die zweite Gruppe ſchließt das Chlor, Brom, Jod, den Schwefel, das Selen, den Phosphor und das Arſenik ein. Die Wir-

kung aller dieſer Körper iſt ſchon zuſammengeſetzt, übrigens aber durchgängig ziemlich dieſelbe. Die dritte Gruppe enthält den Sauerſtoff allein, deſſen Wirkung ganz beſonders iſt.

783. **Wirkung des Sauerſtoffs.** Der Waſſerſtoff ſtrebt alle Oxyde in den metalliſchen Zuſtand zurückzuführen, indem er ſich des Sauerſtoffs derſelben bemächtigt und Waſſer bildet. Die Chemiker fanden in dieſer Reaktion ein ſehr wirkſames und genaues Mittel für die Analyſe. Auch die Künſtler benützen daſſelbe bei mehreren Gelegenheiten, die an verſchiedenen Stellen dieſes Werkes näher bezeichnet werden ſollen.

Obgleich die poſitive Tendenz des Waſſerſtoffs ſehr groß iſt, ſo kann derſelbe doch nur gewiſſen Oxyden den Sauerſtoff entziehen. Die Oxyde der zweiten Abtheilung und die niedrigeren Oxydationsſtufen der dritten widerſtehen der Einwirkung deſſelben ſelbſt bei ſehr hoher Temperatur.

Alle Oxyde der vier letzten Abtheilungen werden vollſtändig durch den Waſſerſtoff zerſetzt; einige ſchon in der Kälte, indem ſie in dieſem Gaſe Feuer fangen; andere erfordern Dunkelrothglühhitze, und wieder andere werden erſt in der Kirſchrothglühhitze reduzirt. Man kann leicht faſt in allen Fällen vorher beſtimmen, zu welchen dieſer drei Abtheilungen ein Oxyd gehört. Es iſt leicht begreiflich, daß die Oxyde der fünften und ſechſten Abtheilung ſich bei nicht ſehr hoher Temperatur reduciren. Ferner können alle Oxyde der dritten und vierten Abtheilung, welche einen Theil ihres Sauerſtoffs im Feuer verlieren, durch Waſſerſtoff auf eine niedrigere Oxydationsſtufe zurückgeführt werden, ſelbſt wenn die Temperatur nur etwas erhöht wird. Dagegen erfordern die Oxydule oder die niedrigſten Oxydationsſtufen der vierten Abtheilung überhaupt anfangende Rothgluth und die Oxydule der dritten Abtheilung Kirſchrothglühhitze zur Reduktion.

In allen dieſen Fällen, wo entweder das Oxyd ganz oder nur theilweiſe reduzirt wird, entbindet ſich das gebildete Waſſer. Dieſes findet nicht ſtatt, wenn man die Überoxyde der erſten Abtheilung mit Waſſerſtoff behandelt; ſie werden dadurch zerſetzt, indem ſich Waſſer und ein Oxyd bildet,

erſteres aber verbindet ſich mit Letzterem und erzeugt ein Hydrat, welches ſich in der Hitze, der die Stoffe ausgeſetzt ſind, nicht verändert; es gilt dieß namentlich vom Barium- Strontium- Kalium- und Natrium-Oxyd.

Dieſe Art von Experimenten iſt übrigens ſehr leicht anzuſtellen. Man bereitet Waſſerſtoffgas, trocknet daſſelbe, indem man es durch eine mit Ätzkalk gefüllte Röhre ſtreichen läßt und leitet es nachher in eine Porzellan- oder Glasröhre, welche das zu reduzirende Oxyd enthält. Eine Glasröhre nimmt man, wenn die Temperatur die Dunkelrothglühhitze nicht überſteigt, im Gegentheil aber wendet man eine Porzellanröhre an.

784. Wirkung des Kohlenſtoffs. Der Kohlenſtoff verhält ſich gegen die Oxyde ganz ähnlich wie der Waſſerſtoff; ſeine Wirkung iſt übrigens kräftiger, obſchon ſie es aller Wahrſcheinlichkeit nach nicht ſeyn ſollte.

Der Kohlenſtoff zerſetzt nicht nur alle Oxyde der vier letzten Abtheilungen, ſondern reduzirt auch die Oxyde des Kaliums und Natriums, in dem ſich Kohlenoxyd bildet und das Metall frei wird. Dieſe Reaktionen finden übrigens bei verſchiedenen Temperaturen ſtatt, die wenig von denen unterſchieden ſind, welche man bei dem Waſſerſtoff anwenden muß.

Die Produkte ſind nicht immer dieſelben; bald bildet ſich Kohlenoxyd, bald Kohlenſäure. Es iſt leicht voraus zu beſtimmen, welches von beiden Gaſen ſich bilden wird; man braucht zu dem Ende nur die Wirkung des Rückſtandes auf die Kohlenſäure ſelbſt zu kennen. Wenn der Rückſtand fähig iſt, die Kohlenſäure zu zerſetzen, ſo wird man ſtets Kohlenoxydgas erhalten; iſt dieß nicht der Fall, ſo wird ſich bloß Kohlenſäure entbinden. Es werden demnach die Oxyde von Kalium und Natrium und die Oxydule der dritten Abtheilung ſämmtlich Kohlenoxyd bei ihrer Reduktion erzeugen. Die Oxyde der fünften und ſechſten Abtheilung geben alle Kohlenſäure. Von der dritten Abtheilung werden einige Kohlenſäure, andere dagegen Kohlenoxyd bilden.

Die Überoxyde der erſten Abtheilung werden ſämmtlich bei niedriger Temperatur durch die Kohle auf Oxyde redu-

zirt; hierbei bilden ſie Kohlenſäure und damit auch ein kohlenſaures Salz.

In der dritten Abtheilung bildet ſich nie ein kohlenſaures Salz, allein das Manganüberoxyd wird durch die Kohle in Oxyd verwandelt, indem ſich hierbei Kohlenſäure erzeugt; bei der weitern Reduktion zu Metall bildet ſich dann nur Kohlenoxyd.

Im Allgemeinen erzeugen diejenigen Oxyde, welche eine hohe Temperatur zu ihrer Reduktion erfordern, nur Kohlenoxydgas; diejenigen aber, welche ſchon bei niedriger Temperatur reduzirt werden, bilden Kohlenſäure.

785. Die Wirkung des Bor's und Kieſels auf die Oxyde hat viele Ähnlichkeit mit der des Kohlenſtoffs. Der Stickſtoff zeigt gar keine Wirkung.

786. **Wirkung des Chlors.** Das Chlor kann auf dreierlei verſchiedene Weiſe auf die Oxyde wirken.

Sind ſowohl Chlor als auch die Oxyde trocken, ſo kann Zerſetzung ſtatt finden und in dieſem Falle ſind die Produkte ſtets ein Chlormetall und Sauerſtoff. Dieſe Wirkung äußert Chlor auf alle baſiſchen Oxyde, und vielleicht auch auf einige *indifferente* Oxyde; es wirkt aber nicht auf die ſauern Oxyde.

Wenn das Oxyd im Waſſer aufgelöſt oder mit demſelben nur gemengt iſt, ſo iſt die Wirkung verſchieden. Um dieſelbe auf eine einfache Weiſe darzuſtellen, müſſen zwei beſondere Fälle näher unterſucht und hierbei die Reihe von Oxyden, welche jeder derſelben einſchließt in Betracht gezogen werden.

Läßt man Chlor durch eine verdünnte Kaliauflöſung ſtreichen, ſo verſchwindet das Gas augenblicklich, es wird abſorbirt und verliert ſeine charakteriſtiſche Farbe und Geruch; in der Flüſſigkeit findet man ein liquides Produkt, nach **Berzelius** beſtehend aus einem Gemenge von Chlorkalium und chlorichtſaurem *) Kali. Ehe dieſer berühmte

*) **Berzelius** nennt das oben (Bd. 1. §. 64.) beſchriebene Chloroxyd, **chlorichte Säure**, weil es ſich gegen Salzbaſen, wie eine Säure verhält und damit Verbindungen bildet, welche demnach **chlorichtſaure Salze** genannt werden. Dieſe Salze zeichnen ſich durch ihre bleichenden Eigenſchaften beſonders aus; unter Chlorkalk ein Weiteres darüber. A. u. E.

Bayerische Staatsbibliothek München

Chemiker dieſes Produkt unterſucht hatte, betrachtete man es als eine einfache Verbindung aus Chlor und Kali und nannte es Chlorkali. Das Natrum, der Kalk, Baryt, Strontian, die Bittererde, das Zinkoxyd, Kupferoxyd, Eiſenoxydhydrat, ſo wie vielleicht noch andere Oxyde beſitzen die Eigenſchaft das Chlor in der Kälte zu abſorbiren, indem ſie entweder eine Verbindung aus Chlor und Oxyd oder ein Gemenge von Chlormetall und chlorichtſaurem Salz bilden.

Die Produkte dieſer Reaktionen können immer auf folgende Weiſe dargeſtellt werden.

Angewendete Atome.

$$\text{12 At. Oxyd} = \left\{\begin{array}{l}\text{12 At. Metall}\\ \text{12 — Sauerſtoff}\end{array}\right.$$

$$\text{24 — Chlor}$$

Hervorgebrachte Atome.

$$\text{12 At. Chlormetalloxyd} = \left\{\begin{array}{l}\text{12 At. Metall}\\ \text{12 — Sauerſtoff}\\ \text{24 — Chlor}\end{array}\right.$$

oder auch

$$\text{9 At. Chlormetall} = \left\{\begin{array}{l}\text{9 At. Metall}\\ \text{18 — Chlor}\end{array}\right.$$

$$\begin{array}{c}\text{3 At. chlorichtſaures}\\ \text{Salz} =\end{array} \left\{\begin{array}{l}\text{3 At. Oxyd} = \left\{\begin{array}{l}\text{3 At. Metall}\\ \text{3 — Sauerſtoff}\end{array}\right.\\ \text{3 At. Säure} = \left\{\begin{array}{l}\text{6 At. Chlor}\\ \text{9 — Sauerſtoff}\end{array}\right.\end{array}\right.$$

Wir werden übrigens auf die Eigenſchaften der Chlormetalloxyde oder der chlorichtſauern Salze ſpäter wieder zurückkommen. Für jetzt nehmen wir blos an, daß gewiſſe Oxyde ſich bei gewöhnlicher Temperatur mit einem Quantum Chlor verbinden können, welches das Metall, das ſie enthalten in Chlormetall würde verwandeln können. Die daraus hervorgehenden Verbindungen haben ſtets nur geringe Beſtändigkeit. Sie entbinden ihren ganzen Chlorgehalt ſelbſt wenn nur ſehr ſchwache Säuren darauf einwirken. Eine nur wenig erhöhte Temperatur verwandelt ſie in Chlormetalle, während Sauerſtoff ſich entbindet. Nach und nach können

ſie ſich, wie es ſcheint, in Chlormetalle und chlorſaure Salze umwandeln.

787. Dieſe letztere Reaktion, welche auf die vorher erwähnten zu folgen ſcheint, kann auch ſchnell ſtatt finden, wenn man Chlor mit konzentrirten Kaliauflöſungen in Berührung bringt. Dieſe abſorbiren eine beträchtliche Menge Chlor; es entſteht ein Niederſchlag von kryſtalliniſchen Blättchen, welcher beinahe ganz aus chlorſaurem Kali vermengt mit etwas Chlorkalium beſteht. Die überſtehende Flüſſigkeit enthält außer einer kleinen Menge chlorſauerm Kali, viel Chlorkalium und mehr oder weniger Chlorkali, das man auch als ein Gemenge von Chlorkalium und chlorichtſauerm Kali anſehen kann.

Man könnte demnach annehmen, daß das in konzentrirter Auflöſung vorhandene Kali ſo auf das Chlor einwirkt, daß ſich jenes zugleich in chlorſaures Salz und in Chlormetall verwandelt; in dieſem Falle würde man die Reaktion folgendermaſſen darſtellen.

Angewendete Atome.

6 At. Kali = { 6 At. Kalium, 6 — Sauerſtoff }

12 At. Chlor.

Erzeugte Atome.

5 At. Chlormetall = { 5 At. Kali, 10 — Chlor }

1 At. chlorſaures Salz = { 1 At. Kali = { 1 At. Kalium, 1 — Sauerſtoff }; 1 At. Säure = { 2 At. Chlor. 5 — Sauerſtoff } }

Man könnte auch annehmen, daß die anfangs in chlorichtſaures Kali und in Chlorkalium verwandelte Pottaſche erſt nachher in Folge der Zerſetzung des chlorichtſauern Kali's das chlorſaure Salz erzeugt; allein die Produkte würden der Berechnung gemäß dieſelben ſeyn, denn die §. 786. angenommenen drei Atome chlorichtſaures Kali würden ein Atom Chlormetall und zwei Atome chlorſaures Salz geben. Da

letztere von zwölf Atomen Kali herrühren, ſo würde jedes Atom chlorſaures Kali ſechs Atome des angewendeten Kali's repräſentiren, wie aus dem vorſtehenden Schema zu erſehen iſt.

In der Praxis ſcheint es, iſt man nicht im Stande die Produkte in dieſem Verhältniß zu erhalten. Die Menge des chlorſauern Kali's iſt ſtets geringer, während man zugleich auch Entbindung von Sauerſtoffgas bei der Bildung deſſelben bemerkt. Wir werden übrigens dieſen Gegenſtand noch ſpezieller in den folgenden Kapiteln abhandeln, wo von den chlorſauren und chlorichtſauren Salzen, ſo wie von dem chlorſauern Kali und dem chlorichtſauern Kalke insbeſondere die Rede ſeyn wird.

788. Das Queckſilberoxyd wird durch das Chlor in Chlorqueckſilber, chlorſaures Queckſilber und eine unlösliche Verbindung von Chlormetall und Oxyd verwandelt. Das Silberoxyd verwandelt ſich in Chlorſilber und chlorſaures Silberoxyd.

Die Oxyde von Kobalt, Nickel, Mangan und Blei gehen durch die Zerſetzung des Waſſers in Überoxyde über. Das Chlor wird Salzſäure, die mit einem Antheil des angewendeten Oxyds verbunden bleibt, während der Sauerſtoff des Waſſers an den andern Antheil des Oxyds ſich begiebt und ihn in Überoxyd umwandelt.

Die Thonerde, das Wismuthoxyd, Antimonoxyd, die Zinnſäure und das Telluroxyd wirken nicht auf feuchtes Chlor, ſelbſt bei einer Temperatur von 100° C.

789. Da unter Mitwirkung des Waſſers das Chlor mit den Oxyden chlorſaure und chlorichtſaure Salze erzeugt, ſo iſt von ſelbſt klar, daß weder die eine noch die andere dieſer zwei Säuren ſich wird bilden können, wenn die Wirkung trocken und bei höherer Temperatur ſtatt findet. Bedenkt man zugleich, daß die chlorſauren und chlorichtſauren Salze in der Hitze Chlormetalle und Sauerſtoff geben, ſo iſt es leicht erklärlich, warum die Oxyde, welche vom trocknen und heißen Chlor angegriffen werden können, Chlormetalle bilden, indem ſie allen ihren Sauerſtoff hergeben. Es wurde bereits bemerkt, daß dieſe Oxyde die Klaſſe der baſiſchen und einen Theil der indifferenten Oxyde ausmachen. Da

es aber häufig ſich ereignet, daß man Oxyde hat, welche durch Chlor nicht angegriffen werden, die aber in Chlormetall verwandelt werden ſollen, ſo bedient man ſich eines Verfahrens, welches von Gay-Luſſac und Thénard angedeutet und von Oerſtedt ausgeführt worden iſt. Es beſteht dieſe Methode darin, daß man das Oxyd mit Kohle mengt und der Einwirkung von trocknem Chlor bei erhöhter Temperatur ausſetzt, welche letztere von der dunkeln Rothgluth bis zur Weißglühhitze variiren kann. Die Wolframſäure und Molybdänſäure zerſetzen ſich unter dieſen Umſtänden ſchon bei einer durch die gewöhnliche Alkohollampe erzeugbaren Temperatur; die Titanſäure, die Thonerde, die Zirkonerde, die Beryllerde und die Yttererde erfordern ungefähr Kirſchrothglühhitze.

Da alle dieſe Chlorverbindungen flüchtig ſind, ſo richtet man den Apparat ſo ein, wie es bei dem Chlorkieſel angegeben wurde (412). Es entbindet ſich hierbei ebenfalls Kohlenoxyd.

Da das Chlor mit Hilfe der Kohle alle Oxyde, welche durch Chlor allein nicht angegriffen werden, in Chlormetalle verwandeln kann, ſo erſieht man hieraus, daß alle Oxyde ohne Ausnahme in Chlormetalle umgewandelt werden können.

790. Wirkung des Broms. Dieſe hat die größte Ähnlichkeit mit der des Chlors. Man hat ſie auf dieſelbe Weiſe betrachtet, wie beim Chlor geſchehen und gefunden, daß ſich das Brom ganz wie dieſes verhält, nur minder kräftig wirkt.

Im waſſerfreien und waſſerhaltigen Zuſtand kann das Brom den Sauerſtoff des Kali's, des Natrums, des Baryts und des Kalks austreiben; allein während Chlor die Bittererde zerſetzt, zeigt Brom keine Wirkung auf dieſelbe. Dieſe Reaktionen finden bei Rothgluth ſtatt und werden von lebhafter Licht und Wärmeentbindung begleitet.

So wie mit Hilfe der Kohle das Chlor mehrere Oxyde zerſetzt, auf welche es allein nicht einwirken würde, ſo kann auch wahrſcheinlicher Weiſe das Brom unter Beihilfe der Kohle eine Menge Oxyde zerſetzen. Dieſer Verſuch wurde mit günſtigem Erfolg von D'Arcet dem Sohne angeſtellt,

und ohne Zweifel wird man ſich auf dieſem Wege eine Menge Brommetalle leicht bereiten können.

Das Brom kann in Berührung mit Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur bromichtſaure Salze und Brommetalle, oder wenn man will Verbindungen aus Brommetallen und Oxyden bilden. Dieſes findet immer ſtatt, wenn man ſehr verdünnte Auflöſungen von Kali, Natrum, Kalk, Baryt oder Strontian mit Brom behandelt. Durch Zuſatz einer Säure kann das Brom wieder hergeſtellt werden, ſo wie man dieſes bei den Chlormetalloxyden bemerkt.

Iſt die alkaliſche Auflöſung konzentrirt, ſo werden im Gegentheil bromſaure Salze und Brommetalle erzeugt; es zeigt ſich dieſe Erſcheinung bei Kali, Natrum, Baryt, Strontian und Kalk, allein nicht bei der Bittererde.

Die für Chlor gegebenen Formeln laſſen ſich auch ganz genau auf Brom anwenden.

791. Wirkung des Jods. Dieſe iſt im Allgemeinen der der zwei vorhergehenden Körper ähnlich, zeigt übrigens aber doch einige bemerkenswerthe Ausnahmen.

In der Wärme zerſetzt das trockne Jod die waſſerfreien Oxyde von Kalium und Natrium, ſo wie man ſolche durch Verbrennen der Metalle in Sauerſtoffgas erhält. Es entbindet ſich Sauerſtoff und Jodmetalle bilden ſich. Bleioxyd und Wismuthoxyd werden gleichfalls durch Jod zerſetzt. Bei Kupfer- und Zinn-Oxydul iſt es derſelbe Fall, nur entbindet ſich dabei kein Sauerſtoff. Die Hälfte eines jeden dieſer Oxyde wird in eine höhere Oxydationsſtufe verwandelt, auf welche das Jod nicht weiter einwirkt; die andere Hälfte bildet ein Jodmetall, welches ſich mit dem neuen Oxyd verbindet.

Das Zink- und Eiſenoxyd wird nicht verändert, aber bei 200° C. ſcheint das Erſtere Jod abſorbiren zu können, ohne jedoch Sauerſtoff zu entbinden.

Setzt man Baryt, Strontian und Kalk der Wirkung des Jods aus, ſo zeigt ſich keine Sauerſtoffentbindung, allein das Jod verſchwindet und wird unter ſchwachem Erglühen abſorbirt. Es bilden ſich hierbei Verbindungen, welche man bisher für Jodmetalloxyde anſah; dieſe ſind im Waſſer auflöslich und reagiren alkaliſch. Die Kalk- Strontian- und wahr-

ſcheinlich auch die Barytverbindung wird durch ſtarke Rothglühhitze zerſetzt, das Jod wird frei und die Oxyde bleiben als Rückſtand. Man darf alſo hieraus ſchließen, daß bei dieſer Temperatur das Jod ohne Wirkung auf die Oxyde iſt.

Die Hydrate von Kalk, Strontian und Baryt verhalten ſich gegen Jod, wie die waſſerfreien Oxyde.

792. Die auf ſolche Weiſe erzeugten Produkte ſcheinen aus einem Atom Oxyd und einem Atom Jod zu beſtehen, weshalb ſie von den gewöhnlichen Chlormetalloxyden ſich unterſcheiden und mithin dem im Handel vorkommenden Chlorkalk ſich nähern.

Es ergiebt ſich hieraus, daß das Jod unter gewiſſen Umſtänden und ſelbſt bei höherer Temperatur Verbindungen bilden kann, welche den Chlormetalloxyden ähnlich ſind, und die man gleichfalls als Gemenge von Jodmetallen und iodichtſauern Salzen betrachten kann. Da dieſe Art von Reaktion in der Wärme ſtatt finden kann, ſo läßt ſich auch annehmen, daß ſie mit den ſtarken Baſen und mit ſolchen, welche den Sauerſtoff nur mit ſchwachen Verwandtſchaftskräften gebunnen halten, auch bei gewöhnlicher Temperatur vor ſich gehen wird.

Sehr verdünnte Kali- und Natrum-Auflöſungen verwandeln auch wirklich das Jod in Jodmetall und iodichtſaures Salz; dagegen geben konzentrirte Auflöſungen dieſer Metalloxyde mit Jod ein iodſaures Salz und Jodmetall. Wahrſcheinlich erhält man dieſelben Produkte, wenn man Jod mit Baryt- Strontian- und Kalkwaſſer zuſammen bringt. Dieſe letztern Thatſachen verdienen jedoch aufs Neue unterſucht zu werden.

Von den übrigen Oxyden hat man noch wenige der Einwirkung des Jods bei gleichzeitigem Einfluß des Waſſers ausgeſetzt. Gay-Luſſac beobachtete, daß die Talkerde ſich mit Jod verbindet und ein Jodmetalloxyd bildet, welches flohfarben und unauflöslich im Waſſer iſt. Collin zeigte ferner, daß das Queckſilberoxyd in auflösliches ſaueres iodſaures Salz und in rothes unauflösliches Jodqueckſilber verwandelt wird.

und ohne Zweifel wird man ſich auf dieſem Wege eine Menge Brommetalle leicht bereiten können.

Das Brom kann in Berührung mit Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur bromichtſaure Salze und Brommetalle, oder wenn man will Verbindungen aus Brommetallen und Oxyden bilden. Dieſes findet immer ſtatt, wenn man ſehr verdünnte Auflöſungen von Kali, Natrum, Kalk, Baryt oder Strontian mit Brom behandelt. Durch Zuſatz einer Säure kann das Brom wieder hergeſtellt werden, ſo wie man dieſes bei den Chlormetalloxyden bemerkt.

Iſt die alkaliſche Auflöſung konzentrirt, ſo werden im Gegentheil bromſaure Salze und Brommetalle erzeugt; es zeigt ſich dieſe Erſcheinung bei Kali, Natrum, Baryt, Strontian und Kalk, allein nicht bei der Bittererde.

Die für Chlor gegebenen Formeln laſſen ſich auch ganz genau auf Brom anwenden.

791. Wirkung des Jods. Dieſe iſt im Allgemeinen der der zwei vorhergehenden Körper ähnlich, zeigt übrigens aber doch einige bemerkenswerthe Ausnahmen.

In der Wärme zerſetzt das trockne Jod die waſſerfreien Oxyde von Kalium und Natrium, ſo wie man ſolche durch Verbrennen der Metalle in Sauerſtoffgas erhält. Es entbindet ſich Sauerſtoff und Jodmetalle bilden ſich. Bleioxyd und Wismuthoxyd werden gleichfalls durch Jod zerſetzt. Bei Kupfer- und Zinn-Oxydul iſt es derſelbe Fall, nur entbindet ſich dabei kein Sauerſtoff. Die Hälfte eines jeden dieſer Oxyde wird in eine höhere Oxydationsſtufe verwandelt, auf welche das Jod nicht weiter einwirkt; die andere Hälfte bildet ein Jodmetall, welches ſich mit dem neuen Oxyd verbindet.

Das Zink- und Eiſenoxyd wird nicht verändert, aber bei 200° C. ſcheint das Erſtere Jod abſorbiren zu können, ohne jedoch Sauerſtoff zu entbinden.

Setzt man Baryt, Strontian und Kalk der Wirkung des Jods aus, ſo zeigt ſich keine Sauerſtoffentbindung, allein das Jod verſchwindet und wird unter ſchwachem Erglühen abſorbirt. Es bilden ſich hierbei Verbindungen, welche man bisher für Jodmetalloxyde anſah; dieſe ſind im Waſſer auflöslich und reagiren alkaliſch. Die Kalk- Strontian- und wahr-

ſcheinlich auch die Barytverbindung wird durch ſtarke Rothglühhitze zerſetzt, das Jod wird frei und die Oxyde bleiben als Rückſtand. Man darf alſo hieraus ſchließen, daß bei dieſer Temperatur das Jod ohne Wirkung auf die Oxyde iſt.

Die Hydrate von Kalk, Strontian und Baryt verhalten ſich gegen Jod, wie die waſſerfreien Oxyde.

792. Die auf ſolche Weiſe erzeugten Produkte ſcheinen aus einem Atom Oxyd und einem Atom Jod zu beſtehen, weshalb ſie von den gewöhnlichen Chlormetalloxyden ſich unterſcheiden und mithin dem im Handel vorkommenden Chlorkalk ſich nähern.

Es ergiebt ſich hieraus, daß das Jod unter gewiſſen Umſtänden und ſelbſt bei höherer Temperatur Verbindungen bilden kann, welche den Chlormetalloxyden ähnlich ſind, und die man gleichfalls als Gemenge von Jodmetallen und iodichtſauern Salzen betrachten kann. Da dieſe Art von Reaktion in der Wärme ſtatt finden kann, ſo läßt ſich auch annehmen, daß ſie mit den ſtarken Baſen und mit ſolchen, welche den Sauerſtoff nur mit ſchwachen Verwandtſchaftskräften gebunnen halten, auch bei gewöhnlicher Temperatur vor ſich gehen wird.

Sehr verdünnte Kali- und Natrum-Auflöſungen verwandeln auch wirklich das Jod in Jodmetall und iodichtſaures Salz; dagegen geben konzentrirte Auflöſungen dieſer Metalloxyde mit Jod ein iodſaures Salz und Jodmetall. Wahrſcheinlich erhält man dieſelben Produkte, wenn man Jod mit Baryt- Strontian- und Kalkwaſſer zuſammen bringt. Dieſe letztern Thatſachen verdienen jedoch aufs Neue unterſucht zu werden.

Von den übrigen Oxyden hat man noch wenige der Einwirkung des Jods bei gleichzeitigem Einfluß des Waſſers ausgeſetzt. Gay-Luſſac beobachtete, daß die Talkerde ſich mit Jod verbindet und ein Jodmetalloxyd bildet, welches flohfarben und unauflöslich im Waſſer iſt. Collin zeigte ferner, daß das Queckſilberoxyd in auflösliches saueres iodſaures Salz und in rothes unauflösliches Jodqueckſilber verwandelt wird.

793. Wirkung des Schwefels. Dieſer Körper kann eine verſchiedene Wirkung auf die Oxyde äußern, die leicht verſtändlich ſeyn wird, wenn wir ſie mit den eben betrachteten Erſcheinungen vergleichen.

Mit den Oxyden der vier erſten Abtheilungen erzeugt der Schwefel ſchweflichte Säure und ein Schwefelmetall; hierzu iſt gewöhnlich eine höhere Temperatur bei denjenigen Oxyden nöthig, welche durch die Hitze nicht verändert werden, als bei ſolchen, die bei mäßiger Wärme zerſetzt werden. Der Verſuch würde ſogar bei den Oxyden der zwei letzten Abtheilungen nicht gefahrlos ſeyn, wenn man mit zu großen Maſſen auf einmal operiren wollte. Das Bleiüberoxyd braucht ſelbſt nicht einmal mit Schwefel erhitzt zu werden, indem ſchon ein ſtarkes Zuſammenreiben, oder ein mäßiger Stoß die gegenſeitige Reaktion hervorrufen kann. Die Überoxyde der dritten und ſogar die der vierten Abtheilung erfordern dagegen Rothglühhitze.

Gegen die Oxyde der erſten Abtheilung verhält ſich der Schwefel nicht ſo. Er bildet ſtets mit denſelben ein ſchwefelſaures Salz und ein Schwefelmetall, vorausgeſetzt daß die Temperatur die Rothgluth erreicht. Iſt das Oxyd trokken, ſo iſt die Reaktion von Wärmeentbindung begleitet, die ſehr bemerkenswerth iſt. Baryt und Strontian, welche waſſerfrei und zugleich ſehr porös ſind, werden, wenn ſie beinahe rothglühend mit dampfförmigen Schwefel zuſammen kommen, plötzlich weißglühend und die Temperatur erhält ſich während der ganzen Reaktion hellrothglühend. Folgendes Schema ſtellt die Produkte dar.

Angewendete Atome.

4 At. Baryt = { 4 At. Barium, 4 — Sauerſtoff }

4 At. Schwefel

Erzeugte Atome.

3 At. Schwefelbarium = { 3 At. Barium, 3 — Schwefel }

Erzeugte Atome.

1 At. Schwefelſaures Salz =	1 At. Säure =	1 At. Schwefel 3 — Sauerſtoff
	1 At. Baryt =	1 At. Barium 1 — Sauerſtoff

Die Wirkung der übrigen Baſen der zweiten Abtheilung würde die nämliche ſeyn. Indeſſen könnten ſich auch ſtatt eines einfachen Schwefelmetalls höhere Schwefelungsſtufen (Polysulfures) *) bilden, wenn die angewendeten Schwefelatome ſich verhältnißmäßig vermehrten. Wird aber die Temperatur gehörig erhöht, ſo tritt die erwähnte Erſcheinung ein.

794. Der Schwefel allein wirkt auf alle Oxyde der erſten Abtheilung nicht ein. Es ſcheint ſogar derſelbe kann gewiſſe Oxyde der vierten Abtheilung und beſonders die Titanſäure allein nicht zerſetzen; jedoch mit Hilfe der Kohle oder als Schwefelkohlenſtoff bewirkt er deren Zerſetzung und verwandelt ſie in Schwefelmetall. Man hat ihn auf dieſe Weiſe noch nicht auf die Oxyde der erſten Abtheilung einwirken laſſen; wahrſcheinlich würde er ſie unter dieſen Umſtänden zerſetzen.

795. Bei Anweſenheit des Waſſers ſcheint der Schwefel auf einige Oxyde der letzten Abtheilung zu wirken, mit welchen er Schwefelſäure bildet, indem das Metall frei wird. Wenn er auf die Oxyde der dritten, der vierten oder der fünften Abtheilung einwirkt, ſo geſchieht dieß nur unter beſondern und noch nicht genau gekannten Umſtänden; auf die der erſten Abtheilung wirkt er unter dieſen Umſtänden nicht.

Nicht ſo verhält es ſich mit denen der zweiten Abtheilung; er wirkt bei gewöhnlicher Temperatur und beſſer noch in der Hitze ſehr raſch darauf ein. Der Schwefel verwandelt ſie in auflösliche Polyſulphuride und in unterſchweflichtſaure Salze. Wir werden dieſe Wirkungen ſpäter bei den Schwefelverbindungen ausführlicher betrachten.

---

*) Bezeichnen wir die Schwefelverbindungen überhaupt, wie dieß jetzt faſt allgemein geſchieht, mit dem Gattungsnamen Sulphuride, ſo können wir Polysulfures künftighin mit Polyſulphuride geben. Polyſulphurid nennt unſer Verfaſſer jedes Schwefelmetall, welches gegen ein Atom Metall mehr als ein Atom Schwefel enthält. A. u. E.

796. **Wirkung des Selens.** Dieſe gleicht in jeder Beziehung der des Schwefels, weshalb wir keine ſpeziellen Betrachtungen darüber anſtellen. Es wird ſpäter bei den Selenverbindungen wieder die Rede davon ſeyn.

797. **Wirkung des Phosphors.** Der Phosphor hat in ſeiner Wirkung auf die Oxyde viel Ähnlichkeit mit dem Schwefel. Gerade wie dieſer verändert er die der erſten Abtheilung nicht, und bildet wie er mit den Oxyden der zweiten Abtheilung ein phosphorſaures Salz und ein Phosphormetall; ferner giebt er gleich dem Schwefel mit den meiſten der zwei letzten Abtheilungen Phosphormetalle und Phosphorſäure, wenn überhaupt das Phosphormetall in der Hitze beſtehen kann. Auf die Oxyde der dritten und vierten Abtheilung wirkt der Phosphor verſchieden; es wird ein phosphorſaures Salz und ein Phosphormetall gebildet, was beweiſt, daß ſowohl das Oxyd als die Säure feuerbeſtändig und unzerſetzbar ſind, was nicht bei der Schwefelſäure der Fall iſt.

Dieſe Reaktionen ſind ſehr lebhaft und beinahe immer von Wärme- und Licht-Entbindung begleitet. Die Oxyde der dritten Abtheilung, welche durch Phosphor zerſetzt werden, entbinden kein Licht. Die der zweiten erzeugen dagegen viel, und die der ſechſten beſonders das Silberoxyd ebenfalls; ſie werden durch den Phosphor mit ſolcher Heftigkeit zerſetzt, daß ſchon die gewöhnliche Temperatur dieſe Reaktion hervorruft. Man muß ſich hüten dieſe Körper zu miſchen, und man thut deshalb am beſten den Phosphor in Dampfform über die erhitzten Oxyde zu leiten.

798. Iſt Waſſer zugegen, ſo wirkt der Phosphor ganz anders auf die Oxyde. Mit denjenigen, an welche der Sauerſtoff nur ſchwach gebunden iſt, z. B. mit denen der zwei letzten Abtheilungen erzeugt er Phosphorſäure, indem das Metall zugleich frei wird; ſo wirkt er wenigſtens auf das Goldoxyd.

Der Phosphor wirkt nicht auf die Oxyde der zweiten und dritten Abtheilung, und eben ſo wenig beinahe auf alle der vierten. Er wirkt dagegen ſehr kräftig auf die der er-

ſten. Mit allen Oxyden dieſer Letztern erzeugt er unter Einfluß des Waſſers, bei gewöhnlicher Temperatur und leichter noch in der Wärme Phosphorwaſſerſtoffgas im Maximum gemengt mit Waſſerſtoff und unterphosphorichtſaure Salze, welche Letztere ſich bei fortgeſetzter Einwirkung wiederum zerſetzen (239). Offenbar wird hiebei das Waſſer zerſetzt, und deſſen Waſſerſtoff und Sauerſtoff verbinden ſich, erſterer theilweiſe, zweiter dagegen ganz mit dem Phosphor. Bei den unterphosphorichtſauern Salzen werden wir dieſe Reaktionen ſpezieller betrachten.

799. Wirkung des Arſeniks. Sie gleicht der des Phosphors vollkommen; mit den Oxyden der zweiten Abtheilung bildet das Arſenik bei höherer Temperatur arſenikſaure Salze und Arſenikmetalle; mit denen der erſten, nichts; mit denen der vier letzten giebt daſſelbe in mehreren Fällen arſenikſaure Salze und Arſenikmetalle, bisweilen aber auch Arſenikmetalle und arſenichte Säure, wenn das Arſenik im Überſchuß vorhanden.

Unter Mitwirkung des Waſſers giebt das Arſenik mit den Baſen der erſten Abtheilung Arſenikwaſſerſtoffgas, freies Waſſerſtoffgas und ein Arſenikſalz, welches noch näher unterſucht zu werden verdient. Dieſe merkwürdige Reaktion, welche das Arſenik dem Phosphor ſehr nahe ſtellt, ward von Gehlen beobachtet, der von dem durch die Einwirkung des Arſeniks auf Kali erzeugten Gaſe vergiftet wurde und ſtarb.

800. Wirkung des Sauerſtoffs. Alle Oxyde ſcheinen vom trocknen Sauerſtoffgas bei gewöhnlicher Temperatur nicht verändert zu werden; bringt man aber Waſſer zugleich mit in Berührung, ohne die Temperatur zu erhöhen, ſo können einige Oxyde dieſes Gas abſorbiren. Hierher gehören folgende:

Eiſenoxydul,
Eiſenoxyd-oxydul,
Manganoxydul,
Kobaltoxyd,
Kupferoxydul,
Titanoxyd.

Das Eiſenoxydul und Eiſenoxyd-Oxydul verwandeln ſich in Eiſenoxydhydrat. Das Manganoxydul und das Manganoxyd-Oxydul gehen in Oxydhydrat und das Kobaltoxyd in Kobaltüberoxydhydrat über; das Kupferoxydul verwandelt ſich in Oxydhydrat und das Titanoxyd in Titanſäurehydrat.

801. Diejenigen Oxyde, welche das trockne Sauerſtoffgas in der Wärme abſorbiren können, ſind zahlreicher. Es ſind folgende:

Bariumoxyd	geht über	in	Überoxyd.
Kaliumoxyd	—	—	Überoxyd.
Natriumoxyd	—	—	Überoxyd.
Manganoxydul	—	—	Oxyd-oxydul.
Eiſenoxydul und Eiſenoxyd-oxydul	—	—	Oxyd.
Zinnoxydul	—	—	Zinnſäure.
Molybdänoxyd, Molybdänichte Säure	—	—	Molybdänſäure.
Titanoxyd	—	—	Titanſäure.
Kupferoxydul	—	—	Oxyd.
Bleioxyd	—	—	Überoxyd.
Queckſilberoxydul	—	—	Oxyd.

802. Wirkung der Metalle. Die Klaſſifikation der Oxyde, ſo wie die verſchiedenen Erſcheinungen, welche wir im Vorhergehenden näher betrachtet haben, laſſen ziemlich oft die Wirkung der Metalle auf die Oxyde vorausbeſtimmen. Es mangelt übrigens noch ſehr an näheren Aufſchlüſſen hierüber, welche für die metallurgiſche Praxis ſo wünſchenswerth wären. Unläugbar wirken hier verſchiedene Kräfte gleichzeitig bei dieſer Art von Phänomenen und man kann nach Umſtänden bezwecken: 1.) Die Reduktion des angewandten Oxyds und Oxydation des damit in Berührung gebrachten Metalls; 2.) die Oxydation des angewendeten Metalls und die Bildung einer Legirung aus den beiden Metallen; 3.) die Reduktion eines Theils des Oxyds und die Bildung einer Verbindung aus einem zweiten Antheile dieſes Oxydes und dem neu erzeugten Oxyde; 4.) die Umwandlung des angewandten Oxydes in eine niedrigere Oxy-

dationsſtufe, die entweder frei bleibt oder ſich mit dem neuen Oxyde verbindet ꝛc.

Die meiſten dieſer Erſcheinungen können nebſt den ſie begleitenden Umſtänden vorhergeſehen werden. Da hierzu immer eine höhere Temperatur nöthig iſt, ſo müſſen wir die Wirkung der Wärme ſowohl auf die Oxyde, als auf die angewendeten Metalle in Betracht ziehen und zugleich unterſuchen, ob die möglichen Oxyde oder die in ihnen enthaltenen Metalle ein Verbindungsſtreben beſitzen.

Die alkaliſchen Überoxyde und alle Oxyde der vier letzten Abtheilungen werden durch das Kalium und Natrium zerſetzt. Erſtere werden in Oxyd verwandelt, die übrigen in den metalliſchen Zuſtand reduzirt. Dieſe Reaktion iſt mit Ausnahme der Oxydule der dritten Abtheilung ſtets mit Licht und Wärmeentbindung begleitet.

Von den übrigen Metallen ſcheint es können die der fünften Abtheilung den Oxyden der ſechſten Abtheilung ihren Sauerſtoff entziehen. Die der vierten zerſetzen gewiß auch die Oxyde der fünften und ſechſten und einige derſelben können ſogar die Überoxyde der dritten und erſten Abtheilung in niedrigere Oxydationsſtufen reduziren. Endlich können die Metalle der dritten Abtheilung beinahe alle Oxyde der drei letzten Abtheilungen, ſo wie die Überoxyde, ja ſelbſt bisweilen die Oxyde der erſten zerſetzen; ſo zerſetzt z. B. das Eiſen das Kali und Natrum.

Was die Kraft der Wirkung betrifft, ſie hängt ſie offenbar von dem Zuſtande der Zertheilung der Stoffe und der Beſtändigkeit des angewandten Oxydes ab. Bei ſehr fein zertheilten oder in der Wärme flüchtigen und zerſetzbaren Oxyden iſt die Wirkung ſtets mit Licht und Wärmeentbinbindung begleitet; im entgegengeſetzten Fall geht ſie beinahe ohne Lichtentwicklung, wenn gleich nicht ohne Wärmeentbindung vorüber.

803. **Wirkung der zuſammengeſetzten Körper.** Dieſe iſt ſehr verſchieden. Bald verbinden ſie ſich mit den Metalloxyden, in dem ſie gegen dieſe entweder eine ſaure oder baſiſche Rolle ſpielen; bald zerſetzen ſie dieſelben, indem ſie ihnen den Sauerſtoff entziehen und das Metall frei machen; bald

entziehen ſie ihnen den Sauerſtoff, allein das Metall, anſtatt frei zu werden, geht eine neue Verbindung ein. Die meiſten dieſer Reſultate können übrigens vorhergeſehen werden; weitere Details hierüber ſollen bei andern binären nicht metalliſchen Verbindungen beigebracht werden, deren Bildung einen großen Einfluß auf alle dieſe Erſcheinungen äußert.

Wir erwähnen hier bloß, daß die ſauern Verbindungen ſich gewöhnlich mit den baſiſchen Oxyden verbinden, ſo wie ſich die baſiſchen Verbindungen mit den ſauern Oxyden vereinigen. Die Produkte hiervon ſind Salze.

Unter den Verbindungen verdient das Waſſer eine ausführliche Betrachtung.

Das Waſſer wirkt auf verſchiedene Art auf die Oxyde. Mit den meiſten ſcheint es ſich verbinden zu können und bildet dann Hydrate, welche wir weiter unten unterſuchen werden; es zerſetzt einige und wird dagegen von andern ſelbſt zerſetzt. Die beſondern Oxyde, welche in ihren untern Oxydationsſtufen ſehr beſtändige Hydrate bilden, werden vom Waſſer zerſetzt. Das Kalium- und Natrium-Überoxyd wird durch Waſſer ſchon bei gewöhnlicher Temperatur in Oxydhydrat und freien Sauerſtoff umgewandelt. Barium- Strontium- und Kaliumüberoxyd werden auf gleiche Weiſe verändert, aber erſt bei ungefähr 100°. Oxyde, welche das Waſſer zerſetzen können, giebt es nicht viele; das Eiſenoxydul, Manganoxydul und Zinnoxydul gehören hierher, indem das Waſſer durch ſie in der Rothglühhitze zerlegt wird. Der Waſſerſtoff wird frei und es bildet ſich Eiſen- und Mangan-Oxyd-Oxydul und Zinnſäure.

Was die Wirkung der Oxyde gegen einander betrifft, ſo läßt ſich davon wenig ſagen. Die baſiſchen Oxyde können ſich mit den ſauern und ſelbſt mit den indifferenten verbinden, und dieſe letztern wiederum können mit den ſauern Oxyden Verbindungen eingehen. Die ſo gebildeten Verbindungen ſind im Waſſer löslich, wenn ſie Kali und Natrum zur Baſis haben oder wenn überhaupt dieſelben neutral oder baſiſch ſind; denn wenn die Säure vorherrſcht und dieſe unlöslich iſt, ſo kann auch die Verbindung ſelbſt unlöslich werden. Mit Silberoxyd, Kupferoxyd, Kobaltoxyd, Nickeloxyd ꝛc. bil-

det z. B. das Kali unauflösliche Verbindungen, während es dagegen mit Thonerde, Zinkoxyd, Zinnoxyd auflösliche erzeugt.

Baryt, Strontian und Kalk beſitzen mit Kali und Natrum gemeinſchaftlich die Eigenſchaft auflösliche Verbindungen dieſer Art zu bilden; allein ihre Wirkung in dieſer Hinſicht iſt viel ſchwächer und häufig ſind ihre Verbindungen ſehr wenig löslich oder gänzlich unlöslich im Waſſer.

Bereitung.

804. Es giebt ſehr verſchiedene Methoden zur Bereitung der Oxyde. Oben an ſtellen wir die Kalzination der Metalle oder der Oxyde in der atmosphäriſchen Luft oder im Sauerſtoffgaſe. Die baſiſchen Oxyde entſtehen oft ſchon in Berührung mit der Luft bei gewöhnlicher Temperatur und unter Einfluß der Säuren; gerade ſo laſſen ſich unter Einwirkung der Baſen umgekehrt die ſauern Oxyde erzeugen. Stets unterſtützt die Wärme dieſe Reaktionen. Die Oxyde entſtehen ferner, wenn man auflösliche Salze durch die alkaliſchen Baſen oder durch Ammoniak zerſetzt. Die Säuren können auch die ſauern Oxyde aus ihren Verbindungen mit den baſiſchen Oxyden abſcheiden. Die Wärme, indem ſie die Kohlenſäure oder Salpeterſäure austreibt, macht auch die damit verbunden geweſenen Oxyde frei. Die Salpeterſäure erzeugt durch ihre Wirkung auf die Metalle mehrere Oxyde, die ſie nicht auflöſen kann, weil ſie ſelbſt ſaurer Natur ſind. Endlich werden durch das oxydirte Waſſer verſchiedene Überoxyde gebildet, indem dieſes auf die Oxydule oder Oxyde der Metalle reagirt.

Die Oxyde, welche mittelſt Metallen erzeugt werden können unter verſchiedenen Umſtänden entſtehen.

Die Luft oder der Sauerſtoff kann ſowohl in der Kälte als in der Wärme auf die Metalle wirken. Das Kalium z. B. oxydirt ſich in Berührung mit der Luft und dieſe Wirkung würde ſehr lebhaft ſeyn, wenn ſich nicht auf der Oberfläche des Metalls eine Oxydlage bildete, welche die Oxydation hemmt, indem ſie die fernere Berührung mit der Luft verhindert. Iſt jedoch letztere möglich, ſo giebt es eine Menge

Fälle, in welchen ſich die Metalle in der Kälte ſchon durch die Berührung mit der Luft oxydiren. Dieſe Fälle treten ein, wenn die Metalle auf irgend eine Weiſe in feines Pulver verwandelt werden. Blei und Kupfer ſind in feiner Pulverform pyrophoriſch und oxydiren ſich raſch. Es zeigt ſich dieß z. B. an den Rückſtänden der eſſigſauren Salze, ſo wie an den Oxyden, welche mittelſt Waſſerſtoffgas reduzirt werden, wenn das Metall überhaupt unſchmelzbar iſt. Iſt das Metall ſelbſt leicht oxydirbar, ſo iſt eine ſo äußerſt feine Zertheilung ſelbſt nicht nöthig. Ein Stück Mangan der Luft ausgeſetzt, zerfällt nach einiger Zeit zu Staub und dieſer beſteht aus Oxyd.

Mehrere Metalle, wie z. B. das Eiſen, können ſich auch in der Kälte oxydiren, wenn ſie mit feuchter Luft in Berührung ſind. Die im Waſſer aufgelöſte Luft beginnt die Oxydation und nachher wird das Waſſer durch elektriſchen Einfluß zerſetzt, der dem Kontakte des gebildeten Oxyds mit dem Metall zuzuſchreiben iſt. Die anfangs langſame Oxydation geht nachher ziemlich raſch von ſtatten. Man bereitet auf ſolche Weiſe das ſchwarze Eiſenoxyd in den Apotheken.

In allen Fällen aber, wo man es mit großen Metallmaſſen zu thun hat, oder wenn man eine ſchnelle Oxydation bewirken will, ſo muß man die Oxydation mit Sauerſtoff in der Wärme vornehmen. Wir führen einige Beiſpiele an, die dieſe Art von Erſcheinungen deutlich machen werden. Es iſt bekannt, mit welcher Heftigkeit und welcher Licht- und Wärmeentwicklung das Eiſen in reinem Sauerſtoff brennt. Hierbei iſt die Wirkung kräftig, ſchnell und vollkommen, weil das gebildete Oxyd bei höherer Temperatur ſehr ſchmelzbar iſt und dadurch das Metall ſelbſt immer entblößt wird. In gewöhnlicher Luft verbrennt das Eiſen zwar auch, allein minder lebhaft und heftig. Der Eiſenhammerſchlag iſt nichts anderes als Eiſenoxyd-oxydul, von den man ſich große Maſſen ſehr rein verſchaffen kann. Die andern beiden Eiſenoxyde werden auf verſchiedene Weiſe dargeſtellt.

Durch Glühen des Antimons an der Luft erhält man Antimonoxyd in ſchönen Nadeln. Da dieſes Oxyd flüchtig iſt, ſo ſammelt man es mittelſt umgeſtürtzter Schmelztie-

gel, welche am Boden durchlöchert ſind, und die man auf diejenigen ſtellt, welche das geſchmolzene Metall enthalten. Hierbei wird durch das ſich verflüchtigende Oxyd ſtets die Metalloberfläche rein erhalten und mithin der Kontakt mit Sauerſtoff erleichtert.

Wenn man Zinkoxyd bereiten will, ſo ſchmelzt man das Metall in einem Schmelztiegel und erhitzt es bis zur Rothgluth. Bald brennt daſſelbe mit ſchöner gelber Flamme und es erzeugen ſich anfänglich wollähnliche, leichte Flocken, ſpäter aber dicke Maſſen von Zinkoxyd; dieſe nimmt man mit einem Löffel ab und die ganze Erſcheinung erneuert ſich dann wieder. Da das Zink flüchtig iſt, ſo iſt zwiſchen dem Metall und dem Sauerſtoff beſtändige Berührung und das Oxyd breitet ſich im ganzen Schmelztiegel aus.

Da das Blei nicht wie das Zink flüchtig iſt, ſo muß man es noch unmittelbarer der Luft ausſetzen und das ſich auf der Oberfläche des geſchmolzenen Metalls erzeugende Oxyd ſtets abnehmen, damit immer eine neue Metallfläche mit der Luft in Berührung komme. Im Großen operirt man in eigens dazu konſtruirten Öfen und bewegt die Oberfläche beſtändig mit Rührſtangen. In den Laboratorien oxydirt man das Blei, indem man es in einem Scherben ſchmelzt und die ſich bildende Oxyddecke von Zeit zu Zeit mit Löffeln abnimmt.

Das Queckſilber, welches in der Siedhitze lange der Luft ausgeſetzt wird, bedeckt ſich mit einer Lage rothen Oxydes, was durch höhere Temperatur wieder zerſetzt werden kann. Dieſer chemiſche Prozeß geht langſam von Statten, obgleich die Flüchtigkeit des Metalls und die Unſchmelzbarkeit des Oxydes denſelben zu begünſtigen ſtreben.

805. Die Oxydation der Metalle unter Einfluß der Luft und einer Säure iſt eine Erſcheinung, die ſich uns häufig darbietet; bei der Grünſpanbildung z. B., wo das Kupfer ſich unter Einfluß der Eſſigſäure oxydirt. Auf dieſem Wege kann man alle baſiſchen Oxyde bereiten, wie z. B. Blei-, Kupfer-, Eiſen- und Zinn-Oxyd ꝛc.

Eiſen, Zink ꝛc. würden ſich unter ganz ähnlichen Umſtänden ebenfalls oxydiren, allein dieſe Metalle zerſetzen zu-

gleich auch das Waſſer in der Kälte mit Heftigkeit, wenn eine Säure z. B. Schwefelſäure gleichzeitig anweſend iſt. Die gewaltſame Entbindung von Waſſerſtoff zeigt bei dieſer Reaktion zur Genüge, wie ſchnell die Zerſetzung des Waſſers und die Oxydation vor ſich geht.

Alle ſauern Oxyde laſſen ſich mit Hilfe von Salzbaſen und Sauerſtoff erzeugen. Gewöhnlich bietet man unter dieſen Umſtänden den Sauerſtoff und die Baſis den Metallen durch die Zerſetzung des ſalpeterſauern Kali's dar, womit man ſie mengt. Auf ſolche Weiſe erhält man z. B. die Antimonſäure. Man kalzinirt ein Gemenge von einem Theil Antimon und ſechs Theilen Salpeter bis zur anfangenden Rothglühhitze, laugt dann die geſchmolzene Maſſe aus, und fällt hierauf die Antimonſäure mittelſt einer Säure aus der Auflöſung.

Hierher gehört auch die höhere Oxydation des Chromoxyds im Chromeiſenſtein mittelſt Salpeter; ferner die Bildung von Manganſäure durch Behandlung des Manganüberoxyds mit einem Alkali, wenn man annimmt, daß der Kontakt der Luft zu der Reaktion nöthig iſt.

Das Platin in Berührung mit der Luft und einem Alkali rothgeglüht, wird in ein platinſaures Salz umgewandelt; man muß deshalb ſtets vermeiden, Kalzinationen in Platintiegeln in dem Falle vorzunehmen, wenn irgend ein Alkali frei werden kann.

806. Man kann auch verſchiedene Oxyde mittelſt anderer Oxydationsſtufen deſſelben Metalls bereiten, indem man ihnen entweder Sauerſtoff entzieht oder hinzufügt. Dieſelben Umſtände, unter welchen Oxyde durch Einwirkung des Sauerſtoffs auf die Metalle entſtehen, ſind auch bei der Bereitung der Oxyde mittelſt anderer Oxyde wirkſam. Während gewiſſe Überoxyde, wenn ſie erhitzt werden, ihren Sauerſtoff verlieren und in niedrigere Oxydationsſtufen verwandelt werden, können mehrere Oxydule Sauerſtoff abſorbiren, entweder in der Kälte oder bei einer Temperatur, welche niedriger iſt, als die, bei welcher die alſo gebildeten Oxyde zerſetzt werden. Dieſe doppelte Wirkung iſt an einigen Metallen wahrnehmbar. Das Manganüberoxyd z. B.

wird durch Hitze in das braune Oxydoxydul reduzirt, während dagegen das Oxydul dieſes Metalls in feuchter Luft in Oxydoxydul übergeht.

Das Eiſenoxydul geht unter ähnlichen Umſtänden in Oxydoxydul und dann in Oxyd über; dieſes Oxyd aber wird nicht durch Hitze zerſetzt.

Das Bleiüberoxyd verwandelt ſich in der Dunkelrothglühhitze in Überoxydul; in der Kirſchrothglühhitze aber wird es endlich Oxyd und dieſes wiederum geht, wenn es einige Stunden lang in einer die Rothgluth faſt erreichende Temperatur erhalten wird, in Überoxydul oder Mennig über. Auf ſolche Weiſe bereitet man dieſes Produkt im Großen.

Der Baryt abſorbirt in der Dunkelrothgluth ſehr raſch das Sauerſtoffgas, wenn man einen Strom deſſelben mitten in dieſes Oxyd ununterbrochen ſtrömen läßt. Iſt endlich aller Baryt überoxydirt, und verſtärkt man die Hitze, ſo wird das Bariumüberoxyd wieder in Oxyd oder Baryt verwandelt.

Viele Oxyde werden erzeugt durch die Reaktion der Baſen oder Säuern auf auflösliche Salze. Alle diejenigen baſiſchen Oxyde, welche mit den Säuren lösliche Salze bilden, können aus ihren Verbindungen durch die alkaliſchen Baſen und namentlich durch Kali, Natrum oder Ammoniak abgeſchieden werden. Die meiſten Oxyde der zweiten und der vier letzten Abtheilungen können auf dieſe Art bereitet werden; ſie bilden gewöhnlich entweder mit der Schwefelſäure, Salzſäure oder Salpeterſäure ein lösliches Salz, wenn gleich ſie ſelbſt unlöslich ſind. Alle dieſe Salze können durch Kali Natrum oder Ammoniak zerſetzt werden. Man muß Kali oder Natrum anwenden, wenn die gefällten Oxyde im Ammoniak auflöslich ſind; Ammoniak dagegen, wenn der umgekehrte Fall Statt findet. Um die vollſtändige Fällung zu bezwecken, muß man ſtets einen Überſchuß an Alkali zuſetzen, damit nicht mit dem unlöslichen Oxyd noch etwas Säure verbunden bleibe. Bisweilen muß man auch die Fällung heiß vornehmen, um dieſen Nachtheil zu vermeiden. Es ereignet ſich z. B. häufig, daß das aus einem ſchwefelſauern oder ſalpeterſauern Salze gefällte Oxyd noch etwas Schwefelſäure

oder Salpeterſäure zurückhält. Man muß das Salz wenigſtens in der zwanzigfachen Menge Waſſers auflöſen, damit das gefällte Oxyd ſich leicht abſetzen, und durch Dekantation gewaſchen werden kann. Man erneuert das darüberſtehende Waſſer mehrere Male und bringt das Oxyd endlich auf ein Filter, wo es aufs Neue ausgewaſchen wird, bis es dem Waſſer keine löslichen Theile mehr mittheilt; hierauf trocknet man es und zwar unter Ausſchluß der Luft in ſolchen Fällen, wo es wie z. B. das Silberoxyd Kohlenſäure aus derſelben anziehen könnte.

Es giebt auch Salze, welche das Waſſer zerſetzt, indem das Oxyd gefällt zu werden ſcheint; dieſer Fall findet bei dem ſalpeterſauern und ſchwefelſauern Queckſilber Statt, allein in allen ähnlichen Fällen ſind die Niederſchläge nur baſiſche Salze, welche noch eine namhafte Menge Säure enthalten; dieſe Bereitungsart wäre demnach alſo unvollkommen.

Bei der Zerſetzung der Salze durch ſtarke Baſen wird ſelten das Oxyd rein gefällt, gewöhnlich kann das frei gewordene Oxyd die Rolle einer Säure gegen die fällende Baſis ſpielen, und da dieſe ſtets der vollſtändigen Fällung wegen im Überſchuß angewendet werden muß, ſo bildet ſich in beinahe allen Fällen ein Salz. In dieſen neuen Verbindungen iſt die Quantität der Baſis immer ſehr gering, wenn das Ausſüßen lange fortgeſetzt wird, denn die Verbindung iſt zu unbeſtändig, um der Wirkung des heißen Waſſers lange widerſtehen zu können. Auf ſolche Weiſe erhält man durch Zerſetzung der Kupferoxydſalze mittelſt Kali oder Natron ſtatt des reinen Kupferoxyds ein kupferſaures Kali oder Natrum, aus welchem man nie die zwei oder drei letzten Prozente Alkali, die mit dem Kupferoxyde verbunden ſind, durch Ausſüßen entfernen kann.

Ungefähr auf gleiche Weiſe verhält es ſich mit den ſauern unauflöslichen Oxyden, die man mittelſt einer Säure aus den löslichen Salzen abſcheidet, welche ſie mit den alkaliſchen Baſen bilden. Sie verbinden ſich gewöhnlich mit einer kleinen Menge der ſie fällenden Säure, die ſich ungefähr auf ein bis zwei Prozent beläuft. Was bereits bei den Baſen geſagt wurde, findet auch hier ſeine Anwendung, denn

offenbar iſt die gefällte Säure ſchwächer als die fällende und wird mithin eine baſiſche Rolle gegen letztere ſpielen. Man ſcheidet dieſe kleinen Mengen der fremden beigemiſchten Säure durch Glühen ab, wenn nämlich die fällende Säure flüchtig iſt. Im entgegengeſetzten Fall muß man das Ausſüßen ſehr lange fortſetzen. Alle dieſe Verfahrungsarten ſind jedoch unvollkommen, und wenn es möglich iſt, muß man ſie vermeiden. Man erhält auf dieſe Weiſe die Molybdän-, Wolfram- und Tantal-Säure ꝛc.

807. Die Oxyde können auch aus kohlenſauren Salzen durch Glühen bereitet werden und zwar entweder aus natürlichen oder künſtlich durch Fällen mittelſt kohlenſaurem Kali, Natrum oder Ammoniak bereiteten kohlenſauren Salzen. Mit Ausnahme des kohlenſauren Kali's, Natrums und Baryts, die im Feuer nicht zerſetzbar ſind, können alle übrigen kohlenſauren Salze zur Bereitung der Oxyde angewendet werden.

Die Operation wird in einem Tiegel oder einer Retorte vorgenommen, der Letzteren bedient man ſich, wenn das frei werdende Oxyd gegen den Zutritt der Luft geſchützt werden muß. Man glüht ſo lange, bis der Rückſtand nicht mehr mit Säuren aufbraust.

Die Zerſetzung der ſalpeterſauren Salze durch Feuer iſt ebenfalls ein Mittel zur Gewinnung ſehr reiner Oxyde; man könnte daſſelbe in den meiſten Fällen anwenden, da beinahe alle Oxyde ſich mit Salpeterſäure verbinden; er wird übrigens nur bei Bereitung des Baryts, des Strontians, des Kupferoxyds und des Queckſilberoxyds angewendet. Man nimmt gewöhnlich Retorten zum Glühen des ſalpeterſauren Baryts und Strontians. Die Hitze muß ſo lange anhalten, als ſich noch Sauerſtoff oder ſalpetrige Dämpfe entwickeln und muß auch ziemlich ſtark ſeyn, wenn eine vollkommne Zerſetzung Statt finden ſoll. Hört man zu bald mit dem Glühen auf, ſo iſt der Baryt mit unzerſetztem unterſalpetrichtſaurem Salze vermengt; man erkennt dieß, wenn er mit Waſſer begoſſen, ſich nicht erhitzt und nicht zerfällt; es kann dieſes Verhalten auch davon herrühren, daß ſich bei dem Glühen Bariumüberoxyd bildet, welches ſich in höherer Tem-

peratur zerſetzt und wenn man es mit Waſſer anrührt, ſich nicht mehr erhitzt. Iſt der Baryt dagegen gehörig zubereitet, ſo abſorbirt er das Waſſer mit ſolcher Heftigkeit, daß er leuchtet, wenn man ihn nur tropfenweiſe begießt.

Durch die Wirkung der Salpeterſäure auf die Metalle können auch einige Oxyde erhalten werden, welche ſich wegen ihrer ſauren Tendenz nicht in derſelben auflöſen. Hierher gehört die Zinnſäure und die antimonichte Säure; um dieſe aber rein zu erhalten, müſſen ſie geglüht werden, denn außerdem würden ſie noch Salpeterſäure enthalten, gegen welche ſie die Rolle ſchwacher Baſen ſpielen können.

Die Einwirkung der Salpeterſäure auf die Metalle und beſonders das Zinn iſt äußerſt lebhaft; am beſten wirkt dieſelbe, wenn ſie nicht zu konzentrirt iſt, denn im rauchenden Zuſtand zeigt ſie faſt gar keine Wirkung. Ein ähnliches Verhalten bietet die konzentrirte Schwefelſäure gegen Zink und Eiſen dar, denn dieſe wirkt beinahe gar nicht, während die mit Waſſer verdünnte, die genannten Metalle äußerſt heftig angreift. Im letztern Falle erklärt ſich die Erſcheinung leichter als im erſten, weil das Waſſer ſelbſt zerſetzt werden muß, während bei jenem die Oxydation des Metalls nur auf Koſten der Säure allein Statt findet und das Waſſer hierbei nur eine untergeordnete Rolle ſpielt.

Zwei Oxyde, das Bleiüberoxyd und das Chromoxyd werden auf eine Weiſe bereitet, die von den bisher beſchriebenen ganz verſchieden iſt.

Das Bleiüberoxyd erhält man durch Behandlung der Mennig oder des Bleiüberoxyduls durch eine Säure; man wendet hierzu gewöhnlich Salpeterſäure an. Die Mennig ſcheint eine Verbindung von Oxyd und Überoxyd zu ſeyn, welche durch die Säure zerlegt wird. Die Reaktion derſelben geht ſchon bei gewöhnlicher Temperatur vor ſich, man erhitzt aber die Flüſſigkeit bis zum Kochen, damit die Einwirkung möglichſt vollſtändig ſey.

Das Chromoxyd wird durch Glühen des chromſauren Queckſilberoxyduls erhalten. Die Chromſäure verliert in der Rothglühhitze einen Theil ihres Sauerſtoffs, welcher ſich mit den Elementen des Queckſilberoxyds verbindet.

Endlich wendet man noch ein eigenthümliches Verfahren zur Bereitung der Überoxyde an, welches Produkte giebt, die ſich auf keine andere Weiſe erzeugen laſſen. Es iſt dieß die Anwendung des oxydirten Waſſers. Das Oxyd darf, wenn es löslich iſt, in Auflöſung angewendet werden; man gießt einen Überſchuß von Waſſerſtoffüberoxyd hinein, wodurch dann ſogleich das Metallüberoxyd in kryſtalliniſcher Form gefällt wird. Man erhält ſo die Überoxyde von Calcium und Strontium. Auf gleiche Weiſe laſſen ſich die Überoxyde von Zink, Nickel und Kupfer bereiten, wenn man nämlich das oxydirte Waſſer auf die Oxyde dieſer Metalle einwirken läßt.

Capitel IV.

Wirkung des Chlors auf die Metalle. — Chlormetalle oder Metallchloride *) im Allgemeinen.

808. Die Wirkung des Chlors auf die Metalle iſt noch kräftiger als die des Sauerſtoffs. Alle Metalle werden ſchon bei gewöhnlicher Temperatur durch Chlor angegriffen und zwar unter Licht= und Wärmeentwicklung. Diejenigen, welche in der Kälte ſich im Chlor nicht entzünden, fangen darin Feuer, wenn man die Temperatur hinreichend erhöht.

*) Wenn man mit unſerm Verfaſſer überhaupt alle Verbindungen des Sauerſtoffs oder Oxygens mit den übrigen Grundſtoffen ohne Rückſicht auf ihren verſchiedenen elektrochemiſchen Werth mit dem Gattungsnamen Oxyde bezeichnet, ſo verfährt man ganz konſequent, wenn man den Verbindungen der Grundſtoffe mit Chlor, Brom, Jod und Fluor die Gattungsnamen „Chloride, Bromide, Jodide und Fluoride giebt. Um aber ferner die verſchiedenen Stufen dieſer Verbindungen durch eine zweckgemäße Nomenklatur von einander zu unterſcheiden, folgen wir dem Beiſpiele von Berzelius und bezeichnen diejenigen Chlor=, Brom= Jod= und Fluorverbindungen, deren Zuſammenſetzung (wenn man nämlich für 1 Atom Sauerſtoff 2 Atome Chlor ꝛc. annimmt) der eines Oxyduls entſpricht mit „Chlorür, Bromür ꝛc." und diejenigen, welche einem Oxyd entſprechen mit „Chlorid, Bromid ꝛc." Durch Chlorid und Oxyd wird hier nicht mehr die Gattung, ſondern die Spezies bezeichnet. So wie es nun Sub= oder Unter= und Super= oder Über=Oxyde giebt, ſo werden wir auch nach dieſer Bezeichnungsweiſe Unter= und Über=chloride, Unter= und Überbromide ꝛc. haben.

Wenn Berzelius übrigens dieſe Nomenklatur nicht auf diejenigen Chlor= Brom= Jod= und Fluor=Verbindungen anwendet, deren Grundlagen (z. B. Arſenik) mit Sauerſtoff keine eigentlichen Oxyde (poſitiv elektriſche Sauerſtoffverbindungen) ſondern nur Säuren bilden, ſo glauben wir hierin nicht folgen zu müſſen, da ja überhaupt der elektrochemiſche Werth der einfachen Stoffe ſowohl, als ihrer Verbindungen kein abſoluter, ſondern ein relativer iſt. Wir werden demnach in der Folge auch Arſenik=Chlorür und Chlorid, Phosphor=Chlorür und Chlorid ꝛc. ſagen. A. u. E.

Es bildet ſich dabei ſtets ein Chlormetall. Da alle Chlormetalle bei ziemlich niedriger Temperatur ſchmelzbar und die meiſten derſelben flüchtig ſind, ſo ſteht der ununterbrochenen Wirkung nichts entgegen, die, wenn ſie einmal begonnen, ſich von ſelbſt fortſetzt, bis entweder alles Metall oder alles Chlor verzehrt iſt. Gewöhnlich wirkt das feuchte Chlor nicht ſtärker auf die Metalle als das trockne. Obſchon die meiſten Chlormetalle im Waſſer auflöslich ſind, ſo äußert die Anweſenheit dieſer Flüſſigkeit nur einen ſchwachen Einfluß, weil einerſeits die flüchtigen Chlormetalle ſo wie die ſchmelzbaren, indem ſie ſich bilden, den Metallrückſtand entblößen, während andererſeits, da die Wirkung meiſtens in der Kälte ſchon vor ſich geht, das Chlor keiner vorherigen Verdichtung oder keines beſondern elektriſchen Zuſtandes bedarf, wie dieſes häufig bei dem Sauerſtoff der Fall iſt.

Das Streben des Chlors ſich mit den Metallen zu verbinden, kann nicht auf die Weiſe gemeſſen werden, deren man ſich in dieſer Beziehung bei dem Sauerſtoff bedient. Da alle Chlormetalle ſich bei gewöhnlicher Temperatur bilden und wenige derſelben ſich bei höhern Hitzgraden zerſetzen, ſo hat man hierin keinen Anhaltspunkt; auf einigen Umwegen gelangt man jedoch zu ziemlich genügenden Reſultaten.

So zerſetzen ſich z. B. alle Chlormetalle der letzten Abtheilung in höherer Temperatur, ausgenommen das Chlorſilber. Dieſes Metall, welches ſich in ſo mancher Hinſicht von den übrigen der letzten Abtheilung unterſcheidet, nähert ſich durch dieſes Verhalten dem Blei, dem es auch außerdem noch ähnlich iſt. Die Metalle der letzten Abtheilung können ſich übrigens auch nicht in Chlormetalle durch die vereinigte Wirkung des Sauerſtoffs und der Chlorwaſſerſtoffſäure bei gewöhnlicher Temperatur umwandeln.

Dagegen bilden die Metalle der vierten und fünften Abtheilung unter gleichzeitiger Einwirkung des Sauerſtoffs und der feuchten Salzſäure Chlormetalle bei gewöhnlicher Temperatur, allein ſie ſind nicht im Stande die trockne, oder im Waſſer aufgelöſte Chlorwaſſerſtoffſäure zu zerſetzen.

Die Metalle der erſten und wahrſcheinlich die der zweiten Abtheilung zerſetzen die Chlorwaſſerſtoffſäure, allein wäh-

rend das Chlor den Sauerſtoff aus den Oxyden der erſten Abtheilung austreibt, ſo kann dieſes doch nicht bei denen der zweiten geſchehen, ausgenommen bei der Magneſia.

Dieſe Thatſachen beweiſen zur Genüge, daß die Verwandtſchaft der Metalle zu dem Chlor denſelben Geſetzen unterworfen iſt, wie ihre Verwandtſchaft zum Sauerſtoff. Bei der erſten und zweiten Abtheilung zeigt ſich jedoch eine merkliche Verſchiedenheit.

Wir würden in dieſer Beziehung folgende Abtheilungen mit Beſtimmtheit machen können:

1.) Metalle, welche die trockne Chlorwaſſerſtoffſäure zerſetzen	und deren Oxydule durch Chlor zerſetzt werden	1te Abtheilung.
	und deren Oxyde nicht durch Chlor zerſetzt werden . .	2te Abtheilung, mit Ausnahme des Magneſiums.
	und die nur bei hoher Temperatur eine Wirkung auf die trockne Chlorwaſſerſtoffſäure äußern .	3te Abtheilung.
2.) Metalle, welche die Chlorwaſſerſtoffſäure bei Mitanweſenheit von Waſſer und Sauerſtoff zerſetzen können		4te u. 5te Abtheilung.
3.) Metalle, deren Chloride durch die Wärme zerſetzt werden		6te Abtheilung, mit Ausnahme des Silbers.

809. Die vorangegangenen Betrachtungen und die hieraus gezogenen Folgerungen zeigen zur Genüge, daß man behufs der Erzeugung der Chlormetalle ſelten zu ſo künſtlichen Mitteln ſeine Zuflucht nehmen muß, als dieß der Fall bei Bereitung der Oxyde iſt. Weiter unten werden wir verſchiedene Verfahrungsarten angeben, deren man ſich bei der Darſtellung der verſchiedenen Chloride bedient; hier wollen wir nur kurz die Reaktionen erwähnen, welche das kondenſirte Chlor ausübt.

Man wendet es in dreierlei Formen an: als Königswaſſer, als Salzſäure und als Chlormetall.

Die Wirkung des Königswaſſers wurde bereits näher beleuchtet; dieſelbe kommt ſtets mit der des Chlors ſelbſt überein, da es aber in demſelben in tropfbarem Zuſtand mit dem Metall in Berührung kommt, ſo iſt die Einwirkung ſehr kräftig. Man wendet das Königswaſſer an, um die Metalle der letzten Abtheilung mit Chlor zu verbinden, ſo wie auch zur Bereitung des Zinnchlorides. Die Wirkung des Königswaſſers iſt ganz die des Chlors, dem es auch in Abſicht auf Stärke und Schnelligkeit der Reaktion nach Umſtänden gleich kommt.

Die tropfbare Chlorwaſſerſtoffſäure enthält das Chlor ebenfalls ſehr kondenſirt; allein da es ſehr feſt mit Waſſerſtoff verbunden iſt, ſo können nur die Metalle der drei erſten Abtheilungen ſich deſſelben bemächtigen, indem jener dann frei wird. Kommt ſie mit Sauerſtoff zugleich in Berührung ſo geben die Metalle der vierten und fünften Abtheilung Waſſer und Chloride; aber dieſe Wirkung, welche nur bei feuchten Stoffen erfolgt, geht übrigens ſo langſam von Statten, daß man ſich derſelben nur ſelten bedient. Dieſer Fall gehört zu den verſchiedenen Arten der Oxydation, denn es findet dieſelbe bei dem Zuſammentreffen von Waſſer, Luft und einer Säure Statt; es bildet ſich hierbei zuerſt das Oxyd und dieſes wirkt dann wieder auf die Salzſäure.

Die Metalle können ſich auch mit Chlor auf Koſten von bereits gebildeten Chlormetallen vereinigen. Es geſchieht dieſes häufig, wenn man nämlich durch die Metalle der erſten Abtheilungen das Queckſilberchlorid zerſetzt.

Das Chlor greift endlich gewiſſe Metalle weit leichter an, wenn man außerdem noch ein ſaures oder baſiſches Chlorid zugleich einwirken läßt. Man ſucht dann ein Doppelchlorid zu bilden und mengt das Metall z. B. mit Chlorkalium, wenn ein ſaures Chlorid erzeugt werden ſoll; wollte man aber ein baſiſches Chlorid bilden, ſo dürfte man nur im Gegentheil ein ſaures Chlorid hinzufügen, wie z. B. das Queckſilberchlorid, Goldchlorid, Platinchlorid ꝛc. Die hierbei zur Wirkſamkeit gelangenden Kräfte ſind denjenigen ähnlich, welche wir im Vorhergehenden näher beleuchtet haben, wo nämlich Metalle mit Baſen oder Säuren zuſammengebracht wurden. Berzelius wußte dieß ſehr vortheilhaft zu benützen, als er einige Metalle der letzten Abtheilung ſchnell und vollkommen mit Chlor verbinden wollte. Das Hinzubringen eines zweckmäßig gewählten Chlorids hat in dieſem Falle noch den beſondern Vortheil, daß die neue Chlorverbindung, indem ſie ſich mit jenem vereinigt, mehr Beſtändigkeit erlangt. Nachdem wir die allgemeinen Bedingungen der Wirkung des Chlors auf die Metalle feſtgeſtellt haben, wollen wir die Chloride ſelbſt noch näher betrachten hinſichtlich ihrer chemiſchen Klaſſifikation, ihrer Eigenſchaften oder ihrer Zuſammenſetzung, und werden zum Schluſſe die mannigfaltigen Bereitungsarten derſelben kennen lernen.

910. Klaſſifikation. Gleich den Oxyden kann man auch die Chloride in mehrere wohl von einander unterſchiedene Klaſſen eintheilen, nämlich: in die baſiſchen, ſauern, indifferenten und ſalzähnlichen Chloride. Im Allgemeinen entſprechen die Chloride dieſer verſchiedenen Klaſſen den Oxyden, welche wir mit demſelben Namen bezeichneten und es können dieſelben faſt ſtets ſich bilden, wenn man dieſe Oxyde mit Chlorwaſſerſtoffſäure behandelt.

Während wir nun die vier bezeichneten Klaſſen von Oxyden ſich bei den Chloriden ganz genau wiederhohlen ſehen, bemerkt man doch, daß unter den Chloriden keine den beſondern Oxyden, ſowohl hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung als ihrer Eigenſchaften entſprechenden Verbindungen vorkommen. Werden die beſondern Oxyde mit Salzſäure behandelt, ſo wird Chlor frei und ein niedrigeres Chlorid

bildet ſich außerdem. Noch konnte man auf keine andere Weiſe das Chlor in dem Verhältniß mit den Metallen verbinden, als es dieſe Klaſſe von Körpern erforderte. Stets nehmen entweder die Metalle mehr oder weniger Chlor auf. Obgleich man die Urſache dieſer Erſcheinung nicht kennt, ſo iſt dieſelbe doch allgemein und durchgreifend.

Übrigens wäre es äußerſt intereſſant auch beſondere Chloride zu entdecken, denn ohne Zweifel würden dergleichen Verbindungen ganz ähnlich reagiren wie die entſprechenden Oxyde und man würde vielleicht dadurch in den Stand geſetzt, ein dem oxydirten Waſſer ähnliches Waſſerſtoffüberchlorid zu bereiten.

Folgende Tabelle enthält die bekannten Metallchloride:

Tabelle der Chlormetalle.

Namen der Chloride.	Zuſammenſetzung und Natur der Chloride.			
	Saure.	Baſiſche.	Indifferente.	Beſondere oder ſalzähnliche.
Erſte Abtheilung.				
Calciumchlorid	. . . .	$Ca\,Cl^{2}$		
Strontiumchlorid . . .	. . . .	$Sr\,Cl^{2}$		
Bariumchlorid	. . . .	$Ba\,Cl^{2}$		
Lithiumchlorid	. . . .	$L\,Cl^{2}$		
Kaliumchlorid	. . . .	$K\,Cl^{2}$		
Natriumchlorid . . .	. . . .	$Na\,Cl^{2}$		
Zweyte Abtheilung.				
Magneſiumchlorid . .	. . . .	$Mg\,Cl^{2}$		
Yttriumchlorid . . .	. . . .	. . . .	$Y\,Cl^{2}$	
Berylliumchlorid . . .	. . . .	. . . .	$Be\,Cl^{3}$	
Aluminiumchlorid . .	. . . .	. . . .	$Al\,Cl^{3}$	
Zirkoniumchlorid . . .	. . . .	. . . .	$Zr\,Cl^{3}$	
Kobaltchlorid	. . . .	. . . .	$Co\,Cl^{2}$	
Nickelchlorid	. . . .	. . . .	$Ni\,Cl^{2}$	
Dritte Abtheilung.				
Manganchlorür . . .	. . . .	$Mn\,Cl^{2}$		
— — chlorid . . .	$Mn\,Cl^{5}$			
Zinkchlorid	. . . .	. . . .	$Zn\,Cl^{2}$	
Eiſenchlorür	. . . .	$Fe\,Cl^{2}$		
— chlorid	. . . .	. . . .	$Fe\,Cl^{3}$	
Zinnchlorür	. . . .	. . . .	$St\,Cl^{2}$	
— chlorid	$St\,Cl^{4}$			
Kadmiumchlorid . . .	. . . .	$Cd\,Cl^{2}$		
Vierte Abtheilung.				
Arſenikchlorür	$As\,Cl^{3}$			
Chromchlorür	. . . .	. . . .	$Cr\,Cl^{3}$	
— chlorid	$Cr\,Cl^{6}$			
Molybdänüberchlorid .	$Mo\,Cl^{6}$			
Wolframchlorid . . .	$W\,Cl^{6}$			
Tantalchlorid	$Ta\,Cl^{6}$			
Antimonchlorür . . .	. . . .	. . . .	$Sb\,Cl^{3}$	

Namen der Chloride.	Zuſammenſetzung und Natur der Chloride.			
	Saure.	Baſiſche.	Indifferente.	Beſondere oder ſalzähnliche.
Fortſetzung der vierten Abtheilung.				
Antimonüberchlorid	$SbCl^6$			
Uranchlorid	....	....	UCl^3	
Ceriumchlorür	....	....	$CeCl^2$	
— — chlorid	....	....	....	$CeCl^3$
Titanchlorid	$TiCl^4$			
Wismuthchlorid	....	....	$BiCl^3$	
Kupferchlorür	....	$CuCl$		
— chlorid	....	....	$CuCl^2$	
Tellurchlorid	$TeCl^4$			
Bleichlorid	....	....	$PbCl^2$	
Fünfte Abtheilung.				
Queckſilberchlorür	....	....	....	$HgCl$
— — chlorid	....	....	$HgCl^2$	
Osmiumchlorür	....	....	$OsCl^2$	
— — anderthalbchlorür	....	....	$OsCl^3$	
— — chlorid	$OsCl^4$			
— — anderthalbchlorid	$OsCl^6$			
Rhodiumchlorür	....	RCl^2		
— — chlorid-chlorür	....	....	....	RCl^2+RCl^3
— — chlorid	....	....	RCl^3	
Sechſte Abtheilung.				
Silberchlorid	....	....	$AgCl^2$	
Palladiumchlorür	....	....	$PdCl^2$	
— — chlorid	$PdCl^4$			
Goldchlorid	....	....	$AuCl^3$	
Platinchlorür	....	....	$PtCl^2$	
— chlorid	$PtCl^4$			
Iridiumchlorür	....	....	$IrCl^2$	
— — anderthalbchlorür	....	....	$IrCl^3$	
— — chlorid	$IrCl^4$			
— — anderthalbchlorid	$IrCl^6$			

811. Dieſer Tafel zur Seite wollen wir, wie dieß bei den Oxyden der Fall war, die Tafel der Chloride nach ihrem elektrochemiſchen Werthe geordnet ſtellen. Wir ſetzen die am meiſten baſiſchen oben an und ſo weiter bis zu den am meiſten ſauren. Hierdurch lernen wir ungefähr die relative Stellung der bekannten Chloride kennen; um aber die richtige Stellung ganz genau zu ergründen, ſind noch viele Unterſuchungen nöthig, welche nach dem jetzigen Zuſtand der Wiſſenſchaft ziemlich ſchwierig anzuſtellen wären.

Tafel der Chloride, geordnet nach ihrer elektrochemiſchen Tendenz.

Kaliumchlorid	$K Cl^2$
Natrium —	$Na Cl^2$
Lithium —	$L Cl^2$
Barium —	$Ba Cl^2$
Strontium —	$Sr Cl^2$
Calcium —	$Ca Cl^2$
Magneſium —	$Mg Cl^2$
Eiſenchlorür	$Fe Cl^2$
Mangan —	$Mn Cl^2$
Kadmiumchlorid	$Cd Cl^2$
Kobalt —	$Co Cl^2$
Kupfer —	$Cu Cl^2$
Nickel —	$Ni Cl^2$
Blei —	$Pb Cl^2$
Silber —	$Ag Cl^2$
Beryllium —	$Be Cl^3$
Aluminium —	$Al Cl^3$
Zirkonium —	$Zr Cl^3$
Antimonchlorür	$Sb Cl^3$
Wismuthchlorid	$Bi Cl^3$
Queckſilber —	$Hg Cl^2$
Eiſen —	$Fe Cl^3$
Palladiumchlorür	$Pd Cl^2$
Rhodium —	$R Cl^2$
Osmium —	$Os Cl^2$
Iridium —	$Ir Cl^2$

Goldchlorid	$Au\,Cl^3$
Platinchlorür	$Pt\,Cl^2$
Palladiumchlorid	$Pd\,Cl^4$
Rhodium —	$R\,Cl^3$
Platin —	$Pt\,Cl^4$
Zinn —	$St\,Cl^4$
Titan —	$Ti\,Cl^4$
Arſenikchlorür	$As\,Cl^3$
Molybdänüberchlorid . . .	$Mo\,Cl^6$
Wolframchlorid	$W\,Cl^6$
Antimonüberchlorid . . .	$Sb\,Cl^5$
Manganüberchlorid . . .	$Mn\,Cl^5$
Chrom —	$Cr\,Cl^6$

812. Vorſtehende Tabelle enthält nur eine kleine Anzahl ſalzähnlicher Chloride; nicht etwa weil dieſe Körper ſelten oder ſchwierig zu erzeugen wären, ſondern weil die Chemiker erſt nur ſeit Kurzem ihre Aufmerkſamkeit darauf richteten, und theils auch weil man ſie mit den eigentlichen Chloriden, denen ſie am meiſten ähnlich ſind, verwechſeln konnte. Dieſe Abtheilung wird ſich alſo in der Folge vergrößern und das Studium derſelben wird gewiß noch viele dunkle Erſcheinungen aufklären. Durch gründlichere Unterſuchungen wird demnach die Klaſſe der Chloride noch mit vielen neuen Arten bereichert werden. Dieſe Verbindungen entſprechen beinahe immer hinſichtlich ihrer Proportionen einem der Oxyde des in ihnen enthaltenen Metalls, und da man bis jetzt viel mehr Oxyde als Chloride kennt, ſo ſind noch viele Körper dieſer Klaſſe zu entdecken übrig. Es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß die noch nicht entdeckten Chloride hinſichtlich ihrer Eigenſchaften und Reaktionen gerade die merkwürdigſten ſind.

813. Zuſammenſetzung. Die Zuſammenſetzung der Chloride läßt ſich gleich der der Bromide, Jodide und Fluoride, welche ſo viele Ähnlichkeit damit haben, auf eine einfache Weiſe ausdrücken. Sie entſprechen faſt ſtets einem der Oxyde des darin enthaltenen Metalls, ſo daß die Menge Waſſerſtoff, welche den Sauerſtoff des Oxydes in Waſſer verwandeln könnte, auch genau hinreichend wäre, um mit dem Chlor des Chlorids Chlorwaſſerſtoffſäure und mit dem

Jod des Jodids Jodwaſſerſtoffſäure ꝛc. zu bilden. Es geht hieraus hervor, daß die Zahl der Atome des Chlors, Jod's, Brom's oder Fluors beſtändig doppelt ſo groß als die des Sauerſtoffs iſt, welcher ſich in denjenigen Oxyden befindet, die den Chloriden, Bromiden, Jodiden und Fluoriden entſprechen. Zur richtigen Verſtändniß dieſes Geſetzes fügen wir bloß hinzu, daß zwei Atome Waſſerſtoff, welche nur ein einziges Atom Sauerſtoff zur Waſſerbildung erfordern, dagegen zwei Atome Chlor, Jod, Brom oder Fluor nöthig haben, um die Waſſerſtoffſäuren dieſer Körper zu erzeugen.

Aus dieſem Geſetze gehen Annäherungen hervor, die wir näher kennen lernen wollen; das Chlor ſoll hierbei als Beiſpiel dienen und alles, was hiervon geſagt wird, läßt ſich dann auch auf Brom, Jod und Fluor anwenden.

814. Nehmen wir an, ein Chlorid zerſetzt das Waſſer, ſo können verſchiedene Fälle eintreten, wovon der gewöhnlichſte und einfachſte darin beſteht, daß das Metall in Oxyd und das Chlor in Chlorwaſſerſtoffſäure verwandelt wird. Die Proportionen ſind leicht feſtzuſtellen.

Angewendete Stoffe.

1 At. Chlorid = { 1 At. Metall, 2 At. Chlor }

2 At. Waſſer = { 2 At. Waſſerſtoff, 1 At. Sauerſtoff }

Erhaltene Produkte.

1 At. Oxyd = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

4 At. Chlorwaſſerſtoffſäure = { 2 At. Waſſerſtoff, 2 At. Chlor }

Es geht hieraus offenbar hervor, daß das Chlorid ſtets eben ſo viele Atome Waſſer zerſetzt, als es Atome Chlor enthält, und daß es ein Oxyd erzeugt, welches den ganzen Sauerſtoffgehalt des zerſetzten Waſſers enthält.

Läßt man im Gegentheil Chlorwaſſerſtoffſäure auf ein Oxyd wirken, wobei ſich Waſſer und ein Chlorid bildet, ſo darf man nur das vorſtehende Schema umkehren, um dieſe neue Reaktion darzuſtellen. Es erfordert dann jedes Atom

Sauerſtoff im Oxyde vier Atome Chlorwaſſerſtoffſäure um zwei Atome Waſſer zu bilden, und ein Atom Chlorid, welches zwei Atome Chlor enthält.

815. Die Wirkung der Chloride auf das Waſſer iſt nicht immer ſo einfach. Bisweilen kann ſich das gebildete Oxyd mit dem angewendeten Chlorid verbinden. Es wird dann nur ein Theil des Chlorids das Waſſer auf die oben angegebene Art zerſetzen; ferner bildet ſich eine gewiſſe Quantität freie Salzſäure und zugleich verbindet ſich dann das gebildete Oxyd mit einem Antheile des noch nicht zerſetzten Chlorid's. Wenn dieſer Fall eintreten ſoll, ſo muß das Chlorid die Rolle einer Säure ſpielen, und überhaupt finden dergleichen Reaktionen nur Statt, wenn das Metall mehr elektronegativer Natur iſt. Die Chloride von Antimon, Wismuth ꝛc. bilden z. B. dieſe Art von Verbindungen. Ganz ſo verhalten ſich die Jodide, Bromide und Fluoride, wenn auch nicht mit denſelben doch wenigſtens mit ähnlichen Metallen.

Es könnte aher auch der Fall eintreten, daß die erzeugte Waſſerſtoffſäure, indem ſie ſich mit einem Antheile des angewendeten Körpers verbände, ihn gegen die Einwirkung des Waſſers ſchützte; dann würde das Oxyd frei bleiben und ein chlorwaſſerſtoffſaures Chlorid oder fluorwaſſerſtoffſaures Fluorid ꝛc. ſich bilden. Dieß iſt der Fall mit dem Fluorbor, und Fluorkieſel und wenn man noch keine metalliſche Verbindung kennt, die ſich auf gleiche Weiſe verhält, ſo rührt dieß wahrſcheinlich davon her, weil man diejenigen Körper, welche vielleicht auf ähnliche Weiſe reagiren könnten, noch nicht genau unterſucht hat. Hier wird übrigens vorausgeſetzt, daß derjenige Antheil des Körpers, welcher das Waſſer zerſetzen würde, hinſichtlich der atomiſtiſchen Reaktion ſtets ſo wirken müßte, wie oben bereits angedeutet wurde.

Später werden wir auf die Wirkung, welche das Waſſer auf dieſe Körper äußert, wieder zurückkommen. Aus dem Bisherigen laſſen ſich ſchon diejenigen beſtimmten Regeln hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung ableiten, welche wir bei Unterſuchung ihrer allgemeinen Charaktere nöthig haben.

816. Aggregatzuſtand. Dieſer iſt bei den Chloriden ſehr verſchieden. Die meiſten ſind bei gewöhnlicher Temperatur ſtarr, andere dagegen ſind unter gleichen Umſtänden tropfbar und wiederum andere ſind gasförmig.

Es drängt ſich in dieſer Hinſicht eine nicht unintereſſante Bemerkung auf. Das Fluoratom iſt das leichteſte; hierauf folgt das des Chlors, dann das des Broms und endlich das Atomgewicht des Jods, welches das ſchwerſte iſt. Nun aber ſteht das Streben dieſer vier Körper, flüchtige Verbindungen zu erzeugen, gerade im umgekehrten Verhältniß mit ihrem Atomengewicht.

Alle Jodide ſind ſtarr; die Bromide ſind es auch beinahe alle. Von den Chloriden iſt das des Zinns, Titans, Chroms, Mangans flüſſig, und bei den Fluoriden findet man dieſelbe Eigenſchaft an den entſprechenden Verbindungen, während dieſelben zugleich noch flüchtiger als die erwähnten Chloride ſind.

Alle Chloride, ſelbſt die tropfbaren ſind ſchwerer als Waſſer.

Die ſtarren Chloride ſind geruchlos, aber die tropfbaren haben dagegen einen ſehr ſtarken durchdringenden Geruch.

Der Geſchmack der Chloride iſt ſehr verſchieden, nur das Silberchlorid iſt geſchmacklos wegen ſeiner vollkommnen Unlöslichkeit.

817. Wirkung des Feuers. Alle dieſe Körper ſind bei einer mehr oder minder hohen Temperatur ſchmelzbar. Mehrere ſind ſchon bei gewöhnlicher Temperatur flüſſig, andere dagegen erfordern ſtarke Rothglühhitze zum Schmelzen. Beinahe alle ſind flüchtig und wenn unter denſelben einige zu ſeyn ſcheinen, die dieſe Eigenſchaft faſt ganz entbehren, ſo geben ſie doch wenigſtens bei ſehr hoher Temperatur und unter Mitwirkung eines Gasſtroms Zeichen von Sublimation. Bei ein und demſelben Metall ſind die Chloride mit gröſſerem Chlorgehalt gewöhnlich ſchmelzbarer und flüchtiger als die untern Chlorverbindungen.

Beinahe alle dieſe Verbindungen werden in der Hitze nicht verändert. Diejenigen aber, welche Gold, Platin, Rhodium, Iridium und Palladium enthalten, ſind allein im

Feuer zerſetzbar und es bleibt dann das Metall rein zurück, während ſich der elektronegative Körper entbindet, wenn überhaupt die Temperatur hoch genug iſt.

818. Chemiſche Eigenſchaften. Auf die Chloride können viele Körper wirken, und zwar indem ſie ihnen entweder das Chlor oder das Metall entziehen, oder auch indem ſie ſich mit denſelben verbinden, ohne ſie zu zerſetzen. Da die Chloride in der unorganiſchen Chemie eine bedeutende Rolle ſpielen, und weil außerdem eine genaue Kenntniß derſelben das Studium der Bromide, Jodide und Fluoride, ja ſelbſt der Sulphuride und Selenide ſehr erleichtert, ſo wollen wir dieſelben nun möglichſt ausführlich betrachten.

Unter den einfachen Körpern giebt es mehrere, welche auf die Chloride vermöge ihrer Verwandtſchaft zum Chlor einwirken und in dieſem Falle laſſen ſich die Erſcheinungen leicht aus der Klaſſifikation der Metalle ableiten. Andere wirken dagegen auf die Chloride ein, weil ſie zum Metall eine Verwandtſchaft beſitzen, dann aber laſſen ſich die Reſultate nicht ſo allgemein darſtellen, wenn man ſich überhaupt mit der Klaſſifikation der Metalle begnügt; nimmt man dagegen in dieſem Falle die Klaſſifikation der Chloride ſelbſt zu Hilfe, ſo findet man hierin ein leitendes Prinzip. Wir werden dieſe beiden Hilfsmittel zugleich anwenden, ſo wie dieſes bereits bei den Oxyden geſchehen.

819. Wirkung der nicht metalliſchen Körper. Der Kohlenſtoff, das Bor, das Kieſel und der Stickſtoff wirken nicht auf die Chloride. Indeſſen wirkt das Bor und das Kieſel auf dieſe Verbindungen, wenn ſie in der Hitze zerſtörbar ſind, und beide Körper verhalten ſich dann gegen die Chloride, wie ſie ſich gegen das Chlor allein verhalten.

Der Waſſerſtoff zerſetzt alle dieſe Körper bei einer mehr oder minder hohen Temperatur, ausgenommen diejenigen, welche ein alkaliſches oder Erdmetall zur Baſis haben, d. h. die Metalle der erſten und zweiten Abtheilung. Der Waſſerſtoff bemächtigt ſich des Chlors, bildet Chlorwaſſerſtoffſäure und das Metall wird frei. Die Wirkung dieſes Körpers iſt ſelbſt ſo mächtig, daß ſie ſchon in niedriger Tempe-

ratur bei den Chloriden des Silbers, Goldes und ähnlicher Metalle Statt findet.

Der Sauerſtoff dagegen äußert bei weitem keine ſo allgemeine Wirkung. Es läßt ſich auch in dieſer Hinſicht nur ſchwer eine Regel feſtſtellen, denn die Wirkung auf verſchiedene Chloride, welche ein und daſſelbe Metall zur Grundlage haben, iſt nicht immer die nämliche. Findet eine Wirkung Statt, ſo wird das Metall oxydirt und das mit ihm verbundene Chlor wird frei.

Außer den Chloriden der zwei letzten Abtheilungen, welche durch Sauerſtoff nicht zerſetzt werden können, weil deren Metalle ſich entweder gar nicht oder nur äußerſt ſchwierig mit demſelben verbinden, kann man im Allgemeinen annehmen, daß der Sauerſtoff auf die baſiſchen Chloride nicht einwirkt, daß er aber im Gegentheil die ſauern, ſo wie die meiſten indifferenten Chloride zerſetzt. Bisweilen iſt die Einwirkung nur unvollkommen, weil ſich Verbindungen von Chloriden mit Oxyden bilden, auf welche der Sauerſtoff nicht weiter einwirkt.

820. Noch kennt man die Wirkung des Fluors auf die Chloride nicht; übrigens kann man annehmen, daß dieſer Körper wahrſcheinlich ſehr häufig das Chlor austreiben würde. Das Chlor ſcheint jedoch fähig zu ſeyn, das Fluor aus einigen ſeiner Verbindungen auszuſcheiden, beſonders aber aus dem Fluorqueckſilber.

Bekannt iſt es, daß das Chlor ſowohl den Bromiden als den Jodiden die Metalle entreißt; es bilden ſich dann Metallchloride, indem Brom und Jod frei werden; iſt das Chlor im Überſchuß vorhanden, ſo kann ſich auch Chlorbrom und Chloriod bilden. Aus dieſen Thatſachen läßt ſich ſchließen, daß das Brom und Jod die Chloride nur unter ganz beſondern Umſtänden zerſetzen können; z. B. wenn man etwa ein Chlorid anwendete, welches, indem es ſich in eine höhere Chlorverbindung umwandelte, einen Theil ſeines Metalls an das Brom oder Jod abgeben könnte.

Schwefel, Selen, Phosphor und Arſenik äußern keine Wirkung auf die Chloride der erſten und zweiten Abtheilung; hat man es aber mit Verbindungen zu thun, die weniger

poſitive Metalle enthalten, ſo kann auch das Streben dieſer Körper ſich mit dem Metall und Chlor zugleich zu verbinden, eine Reaktion erzeugen. Auf ſolche Weiſe wird das Chromchlorid ſchon in gewöhnlicher Temperatur durch Schwefel zerſetzt. Es bildet ſich Chlorſchwefel und Schwefelchrom. Die Wirkung iſt ſo ſtark, daß Lichtentwicklung dabei Statt findet. Das Manganüberchlorid würde wahrſcheinlich auf dieſelbe Weiſe wirken. Bisweilen iſt es gar nicht nöthig, daß dieſer doppelte Einfluß wirkſam iſt; z. B. Phosphor und Arſenik können beide das Chlorqueckſilber zerſetzen, das Metall daraus frei machen, und Phosphor- und Arſenik-Chloride bilden. Es beweiſt dieß, daß das Queckſilber, der Phosphor und das Arſenik in Abſicht auf die Verwandtſchaft zum Chlor einander ungefähr gleichkommen, und daß die Reaktion ſelbſt hervorgerufen wird, durch den Unterſchied in der Flüchtigkeit der zu erzeugenden Produkte. Das Phosphor- und Arſenik-Chlorid iſt wirklich auch flüchtiger als das Queckſilberchlorid.

821. Wirkung der Metalle. Die Wirkung der Metalle auf die Chloride iſt ſchon ziemlich genau durch die Klaſſifikation der Metalle in Abtheilungen bezeichnet. Die Metalle der erſten Abtheilung zerſetzen alle die Chloride der folgenden Abtheilungen, und daſſelbe gilt für die nachfolgenden; hierbei finden jedoch einige Ausnahmen Statt, welche von beſondern Umſtänden abhängen, die mit der Reaktion ſelbſt in keinem Zuſammenhang zu ſtehen ſcheinen. Man wußte dieſes Verhalten ſeit langer Zeit ſchon ſehr vortheilhaft zur Bereitung aller flüchtigen Chloride der vierten Abtheilung zu benutzen, indem man nämlich das Queckſilberchlorid durch diejenigen Metalle zerſetzte, welche man mit Chlor verbinden wollte. Man machte erſt ſeit Kurzem von demſelben Verfahren auf umgekehrte Weiſe Anwendung, um die Metalle der zweiten Abtheilung darzuſtellen, indem man nämlich die Chloride dieſer Abtheilung durch Kalium zerſetzt.

822. Wirken die zuſammengeſetzten Körper auf die Chloride ein, ſo zeigen ſich ſehr verſchiedene Erſcheinungen, welche man übrigens häufig vorher ſehen kann, wenn man dabei berückſichtigt: 1) den elektrochemiſchen Werth des Chlo-

rids; 2) den elektrochemiſchen Werth der Beſtandtheile des Chlorids und den der Elemente des Körpers, welchen man mit demſelben zuſammen bringt.

Wollen wir nun die hauptſächlichſten in dieſer Beziehung beobachteten Thatſachen zuſammenſtellen.

822. Wirkung des Waſſers. Wir haben bereits oben (S. Bd. I. Einleitung §. 69.) diejenige Meinung auf geſtellt, welche uns hinſichtlich der Einwirkung, welche das Waſſer auf die Chloride hat, die wahrſcheinlichſte zu ſeyn ſcheint. Da jedoch dieſer Gegenſtand einige Schwierigkeiten darbietet, und weil man ihn gewöhnlich für wichtiger hält, als er es eigentlich iſt, ſo wollen wir ihn doch noch etwas ſpezieller betrachten.

Alle Chemiker ſind über dieſe Thatſachen einig; man kann dieſelben in folgende vier Abtheilungen bringen.

1.) Beinahe alle Chloride löſen ſich im Waſſer auf, davon ausgenommen ſind nur das Chlorſilber und Chlorqueckſilber; das Chlorblei löſt ſich in geringer Menge auf.

2.) Das Waſſer zerſetzt das Wismuth- und Antimonchlorid; es bildet ſich ein weißer Niederſchlag, welcher aus Oxyd und Chlorid beſteht und in der Flüſſigkeit bleibt Chlorwaſſerſtoffſäure, welche etwas Oxyd aufgelöſt enthält.

3.) Die indifferenten Chloride der zweiten, der dritten und vierten Abtheilung löſen ſich im Waſſer auf, werden aber zerſetzt, wenn man ſie in den ſtarren Zuſtand durch Abdampfen zurückzubringen ſucht. Es bildet ſich dann Chlorwaſſerſtoffſäure, welche ſich verflüchtigt, während ein Oxyd als Rückſtand bleibt. Derſelbe Fall findet bei den ſauern Chloriden Statt.

4.) Die baſiſchen und indifferenten Chloride der fünften und ſechſten Abtheilung können, nachdem ſie in Waſſer aufgelöſt worden, durch bloßes Abdampfen wieder hergeſtellt werden, und es findet weder Entbindung von Chlorwaſſerſtoffſäure noch Bildung von Oxyd ſtatt.

823. Es fragt ſich nun, ob man in Folge dieſer Thatſachen annehmen muß, daß alle Chloride das Waſſer zerſetzen und Chlorwaſſerſtoffſäure und ein Oxyd bilden, welche letzteren in Form eines Salzes miteinander verbunden blei-

ben? oder ob man vielmehr alle Chloride als Körper betrachten muß, welche ſich nur im Waſſer auflöſen, ohne es zu verändern, mit Ausnahme jedoch des Wismuth- und Antimonchlorids, welche auf ſo beſtimmte Weiſe auf dieſe Flüſſigkeit reagiren? oder ob man endlich vielleicht die Chloride in zwei Klaſſen theilen ſollte, indem man annimmt, daß mehrere davon das Waſſer zerſetzen und andere wiederum ſich darin ohne Weiters auflöſen, ohne zerſetzt zu werden? Das ſind die Fragen, welche man in dieſer Hinſicht aufwerfen kann, und Folgendes ſind die Gründe, welche jede dieſer Meinungen für ſich hat.

824. Man iſt geneigt anzunehmen, daß alle Chloride das Waſſer zerſetzen, wenn man betrachtet, daß dieſe Zerſetzung offenbar beim Chlorwismuth und Chlorantimon bei gewöhnlicher Temperatur Statt hat, und daß es eben ſo der Fall iſt, wenn die aufgelöſten Chloride von Aluminium, von Eiſen ꝛc. abgedampft werden. Allein im erſten Fall bildet ſich eine beſondere Verbindung, welche viel zur Hervorrufung dieſer Erſcheinung beiträgt. Im zweiten Fall, wo die Zerſetzung des Waſſers erſt dann möglich wird, wenn die Verbindung ſelbſt zu exiſtiren aufhört, läßt ſich auch annehmen, daß ſie wirklich nicht eher Statt findet, als in dem Moment, wo die Chlorwaſſerſtoffſäure und das Metalloxyd ſich von einander trennen.

Die Exiſtenz der chlorwaſſerſtoffſauern Salze ſcheint ſehr wahrſcheinlich zu ſeyn, wenn man berückſichtigt, daß die Salzſäure ſich offenbar mit dem Ammoniak verbindet und ſo ein chlorwaſſerſtoffſaures Salz bildet, deſſen Exiſtenz nicht weiter bezweifelt werden kann, und das außerdem auch eine Menge Eigenſchaften beſitzt, womit die baſiſchen Chloride ebenfalls begabt ſind. Der Zweifel wird aber nicht beſeitigt, wenn man die beſondere Natur des Ammoniaks berückſichtigt und wenn man bedenkt, daß durch die wechſelſeitige Zerſetzung dieſes Körpers und der Chlorwaſſerſtoffſäure ſtets Ammoniak und Chlorwaſſerſtoffſäure erzeugt werden. Die Elemente befinden ſich alſo in einem Zuſtand des Gleichgewichts, welcher ſich wahrſcheinlich nicht auf eine ſo entſchiedene Weiſe zwiſchen allen Oxyden und der Chlorwaſſerſtoff-

ſäure, oder auch zwiſchen allen Chloriden und dem Waſſer darſtellt.

Chevreul zeigte endlich noch, daß alle im Waſſer auflöslichen Chloride im aufgelöſten Zuſtand ſelbſt entweder dieſelben oder ähnliche Farben beſäßen, wie diejenigen Salze, welche durch die entſprechenden Oxyde gebildet werden. So z. B. iſt das aufgelöſte Eiſenchlorür grün wie alle Eiſenoxydulſalze; ferner iſt das aufgelöſte Eiſenchlorid gelb wie dieß bei allen Eiſenoxydſalzen der Fall iſt. Dieſe durchgreifende Ähnlichkeit wird vielleicht einſt dazu dienen, die bis jetzt hierin noch obwaltende Ungewißheit zu beſeitigen; allein noch ſind wir über die Färbung der Körper zu ſehr im Dunkeln, als daß jetzt ſchon etwas daraus gefolgert werden könnte.

825. Andrerſeits bemerken die Anhänger der Hypotheſe, welche die Exiſtenz der chlorwaſſerſtoffſauern Salze läugnet, daß da ihre Entſtehung und Zerſtörung unter ſo ſchwachen Einflüſſen ſtatt haben müßte, dieſelbe nicht wohl angenommen werden könnte. So würden z. B. die trocknen Chloride, indem ſie vom Waſſer aufgelöſt werden, ſich in chlorwaſſerſtoffſaure Salze umwandeln, und umgekehrt würden aus dieſen Auflöſungen ſich die Chloride ſchon bei der Kryſtalliſation wieder herſtellen müſſen. Ferner, wenn zwei Chloride ſich auf trocknem Wege mit einander verbänden, würde man ein Doppelchlorid erhalten, und wenn dieſes Letztere löslich wäre, ſo würde man ſchon durch die einfache Auflöſung ein zweifaches chlorwaſſerſtoffſaures Salz erhalten; man würde alſo Chloride, chlorwaſſerſtoffſaure Salze, Doppelchloride und doppelchlorwaſſerſtoffſaure Salze haben, was das Studium und die Beſchreibung dieſer Körper außerordentlich ſchwierig macht. Vergleicht man nun die Chloride und chlorwaſſerſtoffſauern Salze, ſo ſcheint der Unterſchied zwiſchen beiden nicht größer zu ſeyn, als der welcher zwiſchen waſſerloſen und waſſerhaltigen Salzen exiſtirt; in vielen Fällen ſcheint dieſe Verbindung ſelbſt ſchwächer zu ſeyn, weil gewiſſe Chloride Kälte erzeugen, wenn ſie ſich im Waſſer auflöſen. Hierher gehört z. B. Chlorkalium und Chlornatrium.

Es läßt ſich hierauf erwiedern, daß die Nothwendigkeit, zwei neue Klaſſen von Verbindungen, die einfachen und doppelchlorwaſſerſtoffſauern Salze anzunehmen, keinen Einfluß auf eine die Principien betreffende Frage haben kann. Die Thatſachen müſſen ſtets der Klaſſifikation vorausgehen und dieſe muß jene darſtellen, wie ſie wirklich ſind. Da es übrigens offenbar iſt, daß die Chloride leicht in chlorwaſſerſtoffſaure Salze übergehen, ſo darf es auch nicht auffallen, daß ſchon die Auflöſung oder Kryſtalliſation, wenn dieß gleich nur ſchwache Kräfte ſind, dieſe Umwandlung bewirken können. Da das Gleichgewicht, welches zwiſchen dieſen Zuſtänden der kleinſten Theilchen herrſcht, ſehr unbeſtändig iſt, ſo iſt es auch äußerſt ſchwierig, ihre wirkliche Lage zu ergründen, vorzüglich da ſchon die ſchwächſten Kräfte ſie ändern können.

826. Wir erſehen hieraus, daß die Einwürfe und Erwiederungen die Frage fortwährend nicht genügend beantworten. Wenn wir in dieſer Hinſicht eine Meinung aufſtellten, ſo glaubten wir die Gründe hierzu angeben zu müſſen, theils um ihre Gültigkeit darzuthun, theils aber auch um die Grenzen zu bezeichnen, über welche die daraus abzuleitenden Folgerungen nicht ausgedehnt werden dürfen. Um aber nun die Theorie dieſer Erſcheinungen richtig aufzufaſſen, müſſen wir die Wirkung des Waſſers auf die zuſammengeſetzten Körper ganz allgemein betrachten, und die Anſichten, welche ſich hier aufdrängen auch auf die Chloride ſelbſt anwenden.

Man unterſcheidet dreierlei Arten von Erſcheinungen, welche von der Wirkung des Waſſers auf die Körper herrühren. Da die Beſchaffenheit und Zuſammenſetzung dieſer Flüſſigkeit früher ſchon hinlänglich beſprochen worden, ſo werden wir zu dieſer Unterſuchung unmittelbar ſchreiten.

Das Waſſer kann entweder als Auflöſnngsmittel wirken; oder es bildet wirkliche und beſtimmte Verbindungen; oder endlich es wirkt vermöge ſeiner Beſtandtheile, indem es entweder zerſetzt oder als Verbindung wieder hergeſtellt wird.

Die Wirkung der Chloride auf das Waſſer kann dieſe Erſcheinungen hervorrufen.

827. Wir werden nun die Auflöſung, welche durch das Waſſer bewirkt wird aus einem ganz allgemeinen Geſichtspunkt betrachten. Auflöſung nennt man das Gemenge, welches ſich zwiſchen zwei oder mehreren Körpern in allen Verhältniſſen bilden kann. Von zwei Körpern, welche ſich auflöſen, kann entweder der eine ſtarr und der andere flüſſig, oder alle beide flüſſig, oder endlich der eine flüſſig und der andere gasförmig ſeyn.

In allen dieſen Fällen muß zuvörderſt die Kohäſion der Theilchen des Auflöſungsmittels überwunden werden, damit dieſes den aufzulöſenden Körper aufnehmen kann. Iſt der aufzulöſende Körper ſtarr, ſo muß auch deſſen Kohäſion ſo weit zerſtört werden, als es zur Verſetzung in den flüſſigen Zuſtand nöthig iſt; iſt derſelbe aber gasförmig, ſo muß dagegen die Repulſivkraft, welche die Theilchen in einem gewiſſen Abſtand von einander erhält, größtentheils wenigſtens aufgehoben werden. Diejenige Kraft, welche die Auflöſung bewirkt, muß alſo die Kohäſion eines flüſſigen oder ſtarren Körpers oder die Kohäſion zweier Flüſſigkeiten oder die Kohäſion einer Flüſſigkeit und die Repulſionskraft eines gasförmigen Körpers übertreffen. Sie gleicht alſo in Abſicht auf ihre Stärke derjenigen Kraft, welche die chemiſchen Wirkungen hervorbringt; von dieſer unterſcheidet ſie ſich übrigens nur, weil ihren Wirkungen keine Grenzen geſteckt zu ſeyn ſcheinen.

828. Man kann ſich leicht überzeugen, daß die Auflöſung wenig oder gar nicht von der eigentlichen chemiſchen Verbindung ſich unterſcheidet, wenn wir uns den Zuſtand der Theilchen denken, nachdem jene bereits wirkſam geweſen iſt. Es muß ſich hierbei ohne Zweifel ein Zuſtand des Gleichgewichts herſtellen, der die negativen Theilchen des aufgelöſten Körpers mit den poſitiven Theilchen des Auflöſungsmittels vereinigt. Haben ſich einmal die erſten Theilchen des auflöſenden Körpers geordnet, ſo beſtimmen ſie auch die Anordnung aller derjenigen, welche man nach und nach hinzufügt.

Man erſieht hieraus, daß in jeder Auflöſung die Theilchen des Auflöſungsmittels eine Stellung annehmen, welche durch die Natur des aufgelöſten Körpers beſtimmt wird.

Diejenigen, welche ſich ſehr nähern, ſind alſo in demſelben, als wenn ſie wirklich mit einander verbunden wären, obſchon es nicht unmöglich iſt, daß bei einer gewiſſen Entfernung die Reaktion des aufgelöſten Körpers unmerkbar wird, indem die kleinſten Theilchen des Auflöſungsmittels ſich gegen einander ſo ordnen, als wenn ſie frei wären, in welchem Falle dann keine eigentliche chemiſche Verbindung mehr Statt haben würde.

829. Bei jeder Auflöſung würde man alſo auch Theilchen haben, welche mit einander wirklich verbunden ſind, d. h. die ſich in einer gewiſſen Ordnung befinden, welche durch die Natur des aufgelöſten Körpers und der dazwiſchen gelagerten Theilchen beſtimmt wird, deren regelmäßige Aneinanderlagerung von der Einwirkung der erſten Theilchen des Löſungsmittels ſelbſt abhängig iſt. Die Auflöſung wird vorzüglich dadurch charakteriſirt, daß die letzten mit einander verbundenen Theilchen ſo ſchwach vereinigt ſind, daß ſie in Beziehung zu den erſten dazwiſchen gelagerten Theilchen ſich ungefähr gerade ſo verhalten, als wenn ſie ganz frei wären. Da der Übergang allmählig und unmerklich Statt findet, ſo kann auch dieſes unbeſtimmte Gemenge nicht auffallen. Hält man dieſe Anſicht feſt, ſo ſieht man auch leicht ein, daß die die Chloride und chlorwaſſerſtoffſauern Salze betreffende Frage von gar keiner Bedeutung iſt, indem ſich dann eigentlich nur die ganze Sache um Worte dreht. Was liegt demnach daran, wenn man das aufgelöſte Chlorid als ein chlorwaſſerſtoffſaures Salz betrachtet, wenn in beiden Fällen die Anordnung der Theilchen dieſelbe iſt?

803. Ein chlorwaſſerſtoffſaures Salz kann man ſich auf folgende Weiſe vorſtellen:

Waſſerſtoff	+ O	O —	Sauerſtoff
Chlor . .	— O	O +	Metall

Nimmt man, wie früher bemerkt wurde an, daß ein ſich im Waſſer auflöſendes Chlorid die Theilchen dieſer Flüſſigkeit nöthigt ſich in Beziehung auf die Chlortheilchen ſelbſt beſtimmt zu ordnen, ſo leuchtet es ein, daß die poſitiven Waſſertheilchen gegen die negativen Theilchen des Chlorids ꝛc.

eine beſtimmt Stellung annehmen. Man würde dann folgende Figur erhalten.

Waſſerſtoff + O O — Sauerſtoff

Chlor . . — O O + Metall.

In den beiden Figuren hat man alſo entweder ein aufgelöſtes Chlorid oder ein chlorwaſſerſtoffſaures Salz, je nachdem man den Strich horizontal oder vertikal anbringt, ohne daß dadurch in der Anordnung der Theilchen beider Körper etwas geändert wird. Der einzige zwiſchen beiden Zuſtänden mögliche Unterſchied würde demnach bloß in der Entfernung der Theilchen in der einen oder andern Richtung beſtehen; in dieſer Beziehung iſt aber kein Grund vorhanden, der uns zu einer ſolchen Annahme berechtigen könnte. Warum ſollte zwiſchen einem Chlorid und Waſſer die Annäherung der Theilchen nicht ungefähr dieſelbe wie zwiſchen der Chlorwaſſerſtoffſäure und einem Oxyde ſeyn?

Nachdem wir dieſe Frage ſo weit erörtert haben, und ſo lange der relative Abſtand der Theilchen nicht bekannt iſt, ſo möchte es ziemlich gleichgültig ſeyn, welche von beiden Hypotheſen man annimmt. Hinſichtlich der chemiſchen Reaktion kann dieſer geringe Unterſchied in der Entfernung der Theilchen, wenn derſelbe wirklich exiſtirt, wohl einigen Einfluß haben, allein bis jetzt ſind wir noch nicht im Stande denſelben zu beſtimmen. Weſentlich iſt es jedoch die gegenſeitige Lage der Theilchen kennen zu lernen, um die Bewegungen richtig aufzufaſſen, welche in den Körpern ſelbſt bei dem chemiſchen Aufeinanderwirken Statt haben und in dieſer Hinſicht ſind beide Hypotheſen unter den verſchiedenen Umſtänden der uns bekannten Erſcheinungen gleich genügend.

831. **Wirkung der zuſammengeſetzten Körper.** Dieſe iſt ſehr verſchieden. So wirkt z. B. der Schwefelwaſſerſtoff auf die im Waſſer aufgelöſten Chloride wie auf die Salze. Sind ſolche aber trocken, ſo zeigen ſich ſehr merkwürdige Erſcheinungen. Auf gleiche Weiſe verhält ſich die Jodwaſſerſtoffſäure, die Cyanwaſſerſtoffſäure und wahrſcheinlich auch die Bromwaſſerſtoffſäure. Wir werden die Ergebniſſe der Wirkung dieſer Körper, ſo wie noch anderer

Waſſerſtoffverbindungen bei dem Chlorzinn, Chlorantimon ꝛc. ſpezieller betrachten.

Die Chlorwaſſerſtoffſäure kann ſich mit mehreren Chloriden verbinden und es werden dann chlorwaſſerſtoffſaure Chloride gebildet.

Die waſſerfreie Schwefelſäure äußert keine Wirkung auf trockne Chloride; allein mit Hilfe des Waſſers zerſetzt ſie dieſelben und das Waſſer ſelbſt wird zugleich zerlegt. Es bildet ſich in dieſem Falle Chlorwaſſerſtoffſäure in Gasform und ein ſchwefelſaures Salz. Alle Säuren, deren Siedepunkt entweder höher iſt als der der liquiden Salzſäure oder ſich demſelben nähert, wirken auf gleiche Weiſe. Die Salpeterſäure verwandelt ſie in ſalpeterſaure Salze, indem ſich Chlor und ſalpetrichte Säure entbindet; übrigens wirkt dieſelbe nur ſchwierig auf die unlöslichen Chloride, beſonders auf das Chlorſilber, was gar nicht angegriffen wird.

832. Die Oxyde wirken ſehr verſchieden auf die Chloride. Die der erſten Abtheilung zerſetzen beinahe alle Chloride der fünf folgenden Abtheilungen. Kali und Natrum erzeugen demnach mit den aufgelöſten Chloriden faſt immer Chlorkalium oder Chlornatrium und einen Oxydniederſchlag, wenn das Chlorid ein Metall enthält, welches ein unauflösliches Oxyd bilden kann. Das Bleioxyd zerſetzt jedoch im Gegentheil das Chlornatriun, es bildet ſich aber dann eine Verbindung von Chlor, Sauerſtoff und Blei, während das Natrium zugleich ſich oxydirt. Die Chloride verbinden ſich leicht mit einander und bilden dann Doppelchloride *) Auch mit den Bromiden und Jodiden können ſie ſich vereinigen, wenn nicht vielleicht die Unlöslichkeit einer der möglichen binären Verbindungen eine andere Reaktion erzeugt.

833. Bereitung. Es laſſen ſich zur Bereitung der Metallchloride ſieben verſchiedene Verfahrungsarten anwenden, welche wir nun näher beleuchten wollen.

---

*) Dieſe Doppelchloride ſind Verbindungen, welche ganz und gar den Sauerſtoffſalzen entſprechen und eigentlich der Analogie nach Chlorſalze genannt werden müſſen. (S. Theil I. Einleitung S. 24.) A. u. E.

1.) Chlor und Metall. Das erſte und einfachſte Verfahren gründet ſich auf die direkte Verbindung des Chlors mit einem Metall. Auf dieſem Wege können alle Chloride bereitet werden. Man wendet hierzu gewöhnlich eine Glasröhre an, in welche man das fein zertheilte Metall bringt. Durch das eine Ende der Röhre wird das Chlorgas hinein geleitet, während das andere in eine Verlängerung (allonge) mündet, welche das erzeugte Chlorid in ein größeres kalt gehaltenes Glasgefäß führt. Man verfährt vorzüglich dann ſo, wenn das Produkt ſehr flüchtiger Natur iſt.

Auf dieſe Weiſe bereitet man Chlorarſenik und Chlorantimon. Läßt man das Chlor auf Antimon einwirken, ſo erhitzt man die Röhre gelinde, weil dieſes Chlorid minder flüchtig iſt als das Chlorarſenik und ſtets im flüſſigen Zuſtand erhalten werden muß, damit es abfließen kann; könnte dieſes nicht Statt finden, ſo würde das erzeugte Chlorid die weitere Einwirkung des Chlors auf das Metall verhindern.

Man kann auch die Reaktion ſehr erleichtern, indem man entweder ein ſaures oder baſiſches Chlorid mit dem Metall mengt, welches mit Chlor verbunden werden ſoll.

2.) Königswaſſer und Metall. Das zweite Verfahren iſt dem erſten ähnlich, in ſo ferne als es noch auf der Einwirkung des Chlors auf die Metalle beruht. Der hierzu erforderliche Apparat iſt noch einfacher, allein es kann nicht zur Darſtellung aller Chloride angewendet werden, wie z. B. derjenigen nicht, welche das Waſſer zerſetzt, wohin das Zinnchlorid gehört. Wir haben früher ſchon geſehen, daß ſich durch die Einwirkung der Salpeterſäure auf die Salzſäure Chlor und ſalpetrichte Säure bildet. Die Gefäße, welche man anwendet, ſind entweder Glaskolben oder Porzellanſchalen, in welchen man die Säure mit dem Metall kochen läßt und von erſterer ſo lange aufs Neue zuſetzt, bis die Auflöſung vollendet iſt. Hierauf dampft man die Flüſſigkeit ab und trocknet den Rückſtand, wenn das Chlorid feuerbeſtändig iſt; auf dieſe Weiſe bereitet man das Gold- und Platinchlorid. Iſt dagegen das Chlorid flüchtiger Natur, ſo deſtillirt man die Flüſſigkeit aus einer Retorte, bis das Chlorid ſelbſt übergeht, theilt dann die Produkte und ſammelt dieſes nach-

her in geeigneten Gefäßen auf, ſo verfährt man z. B. bei Bereitung des Chlorantimons.

3.) Oxyde und Chlor. Einige Oxyde werden durch Chlor zerſetzt unter Mitwirkung der Wärme; der Sauerſtoff wird ausgetrieben, und es bildet ſich ein Chlorid. Chlormagneſium und Chlorwolfram ꝛc. laſſen ſich auf dieſe Weiſe darſtellen.

4.) Oxyde, Chlor und Kohle. Iſt das Oxyd nicht durch Chlor allein zerſetzbar, ſo mengt man es mit Kohle und ſteigert die Temperatur; die Produkte ſind Kohlenoxyd und Chlormetall. Man bereitet auf dieſe Art das Titan- und Aluminiumchlorid ꝛc. Die Bereitung der Chloride wird auch in den Fällen durch Zuſatz von Kohle ſehr erleichtert, wenn die Oxyde durch Chlor allein ſchon würden zerſetzt werden, wie dieſes bei Wolfram, Molybdän und Magneſium der Fall iſt.

5.) Chlorid und Metall. Das Queckſilberchlorid wird ſehr häufig dann angewendet, wenn ein Chlormetall mit Hilfe eines Chlorides bereitet werden ſoll. Man kann ſich deſſelben bedienen, ſowohl bei Darſtellung feuerbeſtändiger als auch ſolcher Chloride, welche flüchtiger als das Queckſilberchlorid ſelbſt ſind. Das Metall wird pulveriſirt, mit dem Chloride gemengt, und dann in einer Retorte erhitzt. Iſt das zu erzeugende Chlorid flüchtiger als das Queckſilberchlorid, ſo bleibt ein Amalgam zurück; iſt jenes aber feuerbeſtändig, ſo muß man einen Überſchuß von Queckſilberchlorid anwenden, welcher dann nebſt dem reduzirten Queckſilber durch die Hitze fortgeführt wird. Dieſes Verfahren iſt vorzüglich bei Bereitung des Zinnchlorides im Gebrauche; aber auch zur Darſtellung des Antimon-, Arſenik-, Wismuth-, Zinnchlorids ꝛc. läßt es ſich anwenden.

6. Chlorwaſſerſtoffſäure und Metalle. Die flüſſige Chlorwaſſerſtoffſäure löſt bei gewöhnlicher Temperatur oder auch mit Hilfe der Wärme mehrere Metalle auf und verwandelt ſie in Chloride, indem ſich Waſſerſtoff dabei entbindet. Alle Metalle der drei erſten Abtheilungen können durch dieſes Verfahren in Chloride verwandelt werden, allein

man wendet es nur bei Bereitung des Chloreiſens, Chlorzink's und Chlorzinnes an.

7.) Oxyde, Kochſalz und Schwefelſäure. Wenn man bei einer etwas höhern Temperatur chlorwaſſerſtoffſaures Gas mit einem Metalloxyd zuſammenbringt, ſo kann gegenſeitige Zerſetzung Statt finden, indem Waſſer und ein Chlorid gebildet wird; auf dieſe Art erhält man jedoch nur diejenigen Chloride, welche das Waſſer nicht unmittelbar zerſetzt. Die Reaktion würde noch allgemeiner Statt finden, wenn man einen Körper hinzufügte, deſſen Anziehung zum Waſſer beträchtlich wäre, und der zugleich vermöge ſeiner elektriſchen Tendenz zur Vereinigung der Elemente beitragen kann. Bei Bereitung der flüchtigen Chloride aus Chlorwaſſerſtoffſäure und Oxyden wirkt die Schwefelſäure auf dieſe Weiſe, indem ſie außerdem aber zugleich noch dient, um das chlorwaſſerſtoffſaure Gas frei zu machen und zu trocknen. Die Operation wird in einer tubulirten Retorte vorgenommen; man kann hierbei die Säure entweder auf das Gemenge von Kochſalz und Oxyd gießen, oder dieſes portionenweiſe in die Säure fallen laſſen, oder auch das Oxyd in der Schwefelſäure auflöſen und das alkaliſche Chlorid nach und nach zufügen. Des letztern Verfahrens bedient man ſich, um das gasförmige Manganchlorid zu bereiten; man ſollte daſſelbe ſtets dann anwenden, wenn man befürchtet, daß ein Überſchuß von chlorwaſſerſtoffſaurem Gaſe frei werden möchte.

8.) Chlorwaſſerſtoffſäure und Sulphuride. Die Sulphuride, welche die Salzſäure zerſetzen kann, gehören außer dem Schwefelantimon und einigen andern unter die drei erſten Abtheilungen. Es entbindet ſich bei dieſer Reaktion Schwefelwaſſerſtoff. Man benützt dieſes Verfahren ſchon lange zur Bereitung des Chlorantimons, Chlorbariums und Chlorſtrontiums.

9.) Doppelte Wahlverwandtſchaft. Die unauflöslichen Chloride werden gewöhnlich auf dem Wege der doppelten Wahlverwandtſchaft bereitet; hieher gehört z. B. das Chlorſilber.

Capitel V.

Brommetalle oder Metallbromide.

824. Nachdem wir die Eigenſchaften und das Verhalten der Chloride ſo ſpeziell kennen gelernt haben, ſo bleibt uns nur wenig zur vollſtändigen Beſchreibung der Bromide noch hinzuzufügen übrig. Dieſe können gleich den Chloriden auch in ſaure, baſiſche, indifferente und ſalzähnliche eingetheilt werden, obgleich man die Exiſtenz von Doppelbromiden noch nicht dargethan hat.

Die Bromide ſind gewöhnlich ſtarr und geruchlos, ſämmtlich ſchmelzbar und wahrſcheinlich meiſt flüchtig. Gold- und Platin-Bromid werden durch Hitze zerſetzt.

Chlor treibt das Brom aus allen Bromiden aus, und iſt erſteres im Überſchuß vorhanden, ſo erzeugt ſich zugleich auch Chlorbrom neben dem Metallbromid. In wäſſrigen Auflöſungen von Bromkalium löſt ſich nicht mehr Brom als im reinen Waſſer auf. In dieſer Hinſicht verhält ſich das Brom wie Chlor, allein anders als Jod. Wahrſcheinlich kann jedoch das Brom andere Bromüre in Bromide verwandeln. Das Jod äußert keine Wirkung auf die Bromide.

Blei- und Silber-Bromid ſind die einzigen bis jetzt bekannten unauflöslichen Brommetalle.

835. Im Allgemeinen werden die Bromide durch die Säuren zerſetzt. Die Borſäure wirkt im trocknen Zuſtande nicht auf ſie, aber bei Mitanweſenheit des Waſſers entbindet ſie in höherer Temperatur Bromwaſſerſtoffſäure. Bringt man die Bromide mit Salpeterſäure zuſammen, ſo wird Brom ausgeſchieden. Mit Schwefelſäure erhält man zugleich Brom und Bromwaſſerſtoffſäure aus den Bromiden.

Noch hat man die Wirkung der Oxyde, der Chloride, Jodide und der Bromide ſelbſt auf die Bromide nicht näher

10*

ſtudirt; allein höchſt wahrſcheinlich finden hier dieſelben Erſcheinungen ſtatt, die man beobachtet, wenn unter ähnlichen Umſtänden die Chloride und Jodide mit einander in Berührung kommen.

836. Die Bromide laſſen ſich auf folgende Weiſe bereiten: 1.) durch direkte Einwirkung des Broms auf die Metalle. Antimon und Zinn brennen in Berührung mit Brom. Das Kalium entbindet bei Vereinigung mit demſelben ſo viel Hitze, daß eine gewaltſame Detonation entſteht. Das Brom oder deſſen wäſſrige Auflöſung löſen das Gold auf. Bromeiſen kann durch direkte Vereinigung des Broms mit Eiſen bereitet werden. 2.) Durch doppelte Wahlverwandſchaft. Bromeiſen mit einem kohlenſauern Alkali zuſammengebracht wird in Bromalkalimetall und in Eiſenoxyd verwandelt. Mittelſt Bromeiſen oder alkaliſche Bromide kann man auf dem Wege doppelter Wahlverwandtſchaft die unlöslichen Bromide bereiten. 3.) Mit Hilfe der Salpeterſäure und Bromwaſſerſtoffſäure bei gewöhnlicher Temperatur. So wirkt z. B. das Brom nicht direkte auf das Platin, miſcht man aber Salpeterſäure mit Bromwaſſerſtoffſäure, ſo wird es aufgelöſt, indem ſich Bromplatin bildet. 4.) Durch Einwirkung des Broms auf Oxyde oder kohlenſaure Salze. Leitet man Brom als Dampf über Kali, Natron, Baryt, Kalk, wenn ſolche rothglühen, ſo entbindet ſich Sauerſtoffgas unter lebhaftem Erglühen. Das Brom wirkt nicht auf Magneſia, Zirkonerde, Zinkoxyd ꝛc. Die kohlenſauern Alkalien werden gleich den alkaliſchen Baſen zerſetzt, Sauerſtoff und Kohlenſäure werden frei und Bromide bilden ſich. Werden die konzentrirten Auflöſungen der Alkalien in der Kälte mit Brom zuſammengebracht; ſo bildet ſich ein bromſaures Salz und Brommetall. Wir kennen dieſe Reaktion hinlänglich aus der Geſchichte der Chloride. 5.) Durch die Wirkung der Bromwaſſerſtoffſäure auf die Metalle. Bringt man trocknes bromwaſſerſtoffſaures Gas mit Zinn bei etwas höherer Temperatur und mit Kalium bei gewöhnlicher Temperatur zuſammen, ſo wird es zerſetzt und es bilden ſich Bromide und freies Waſſerſtoffgas. Wenn das Gas im Waſſer aufgelöſt iſt, ſo greift es das Eiſen, Zink und Zinn ſtets mit Entbin-

dung von Waſſerſtoff an. 6.) Durch Einwirkung der Bromwaſſerſtoffſäure auf die Oxyde; es werden dabei Waſſer und Bromide gebildet. Dieſes letztere Mittel würde ohne Zweifel das am leichteſten auszuführende ſeyn, wenn man die Bromwaſſerſtoffſäure ſelbſt auf ökonomiſche Weiſe in bedeutender Menge erhalten könnte.

Capitel VI.

Jodmetalle oder Metalliodide.

837. Die Jodmetalle haben hinſichtlich ihres Verhaltens die größte Ähnlichkeit mit den Chlor- und Brom-Metallen. Auch ſie können in ſaure, baſiſche, indifferente und ſalzähnliche Jodide eingetheilt werden. Die Jodide der drei erſten Abtheilungen ſpielen gewöhnlich eine baſiſche, die Übrigen aber eine ſaure Rolle. Die ſalzähnlichen Jodide ſind wenig bekannt; das gelbe Jodqueckſilber gehört hierher und iſt das Einzige, was man bisher als ſolches bezeichnet hat.

Alle bekannten Jodide ſind ſtarr. Sie ſind gewöhnlich geruchlos, ſehr verſchiedenartig und zuweilen ſehr ſchön gefärbt, wie z. B. Queckſilber- und Bleiiodid.

838. Alle Jodide ſind flüchtig; ſogar das Queckſilberiodür ſublimirt ſich unverändert, wenn es ſchnell erhitzt wird, erhitzt man es dagegen langſam, ſo verwandelt es ſich in Jodid. Gold- und Platiniodid zerſetzen ſich in der Hitze.

Der Waſſerſtoff wirkt ähnlich auf die Jodide, wie auf die Chloride. Alle Jodide werden in der Rothglühhitze durch Sauerſtoff zerſetzt, Ausnahmen hiervon aber machen das Kalium- Natrium- Blei- und Wismuthiodid; Barium- und Calciumiodid verwandeln ſich in Oxydiodide.

Das trockne Chlor treibt das Jod aus allen Jodiden aus, indem ſich Chlormetalle und Chloriod bilden. Iſt Waſſer zugleich hierbei wirkſam, ſo wird das Jod anfänglich frei und verbindet ſich dann entweder mit Chlor oder bildet Jod- und Chlorwaſſerſtoff-Säure, wenn das Chlor im Überſchuß vorhanden iſt. Das Brom wirkt gerade ſo wie Chlor. Alle auflöslichen Jodide beſitzen die Eigenſchaft Jod in reichlicher Menge aufzulöſen und ſich braun zu färben; ſie verlieren

daſſelbe wiederum nach Gay=Luſſac durch Kochen, oder wenn ſie beim Eintrocknen der Luft ausgeſetzt werden.

839. Nach Baup können z. B. Kaliumiodid, Zinkiodid und ſogar die Jodwaſſerſtoffſäure eine Menge Jod auflöſen, welche derjenigen gleich kommt, die ſie ſchon enthalten, wenn ſie nämlich in wenigſtens drei Theilen oder noch mehr Waſſer aufgelöſt ſind. Die Wirkung iſt hierbei in dem Maße langſamer, als die Auflöſung verdünnt iſt, allein demungeachtet iſt ſie doch vollkommen. Iſt das Jodkalium nur in ein oder zwei Theilen Waſſer aufgelöſt, ſo kann es ſich noch mit zweimal ſo viel Jod verbinden, als es ſchon enthält. Die Flüſſigkeit, welche man dann erhält, iſt dunkelroth gefärbt und ſpielt ſchon ins Schwärzliche. Setzt man noch Waſſer zu, ſo fällt Jod in feinen Schuppen nieder und es bleibt nur noch ein Quantum aufgelöſt, welches gleich der doppelten Menge Jod iſt, welche das einfache Jodid enthält. Wird nun ferner noch Waſſer hinzugefügt, ſo groß die Menge deſſelben auch ſey, ſo ſondert ſich kein Jod mehr ab. Das Jod verwandelt faſt immer wie im vorhergehenden Fall die Jodüre in Jodide.

Phosphor und Schwefel wirken ganz ähnlich auf die Jodide, wie auf die Chloride; dagegen der Kohlenſtoff, das Bor, das Kieſel und das Stickſtoff äußern auf die Jodide eben ſo wenig eine Wirkung, wie auf die Chloride. Die Metalle wirken dagegen auf gleiche Weiſe und wir brauchen deshalb hierüber keine ſpeziellen Betrachtungen mehr anzuſtellen.

840. Das Waſſer löſt mehrere Jodide auf, und beſonders die alkaliſchen Jodide; einige werden entweder gänzlich oder nur theilweiſe von demſelben zerſetzt, wie z. B. das Jodantimon, welches Jodwaſſerſtoffſäure und antimonichte Säure bildet.

Alle Jodide werden unter Mitwirkung des Waſſers durch konzentrirte Schwefelſäure zerſetzt; das Metall oxydirt ſich und Jod wird frei. Die Borſäure wirkt weder trocken, noch bei Mitanweſenheit des Waſſers merklich darauf ein. Die liquide Chlorwaſſerſtoffſäure zerſetzt die Jodide eben ſo wenig, weil ſie flüchtiger als die Jodwaſſerſtoffſäure iſt. Als Gas in einer an Dunkelrothgluth grenzenden Hitze wird ein

Chlorid und Jodwaſſerſtoffſäure gebildet. Sehr leicht geht dieſe Zerſetzung mit dem Chlorcalcium und Chlorſtrontium von ſtatten.

841. Die Jodwaſſerſtoffſäure kann ſich mit den Jodmetallen verbinden und erzeugt öfters kryſtalliſirbare Verbindungen oder iodwaſſerſtoffſaure Jodide; hierher gehört das iodwaſſerſtoffſaure Jodqueckſilber.

Die Schwefelwaſſerſtoffſäure giebt Sulphuride und Jodwaſſerſtoffſäure, wenn die mit dem Jod verbundenen Metalle unauflösliche Sulphuride bilden können.

Die Oxyde wirken auf die Jodide ähnlich wie auf die Salze; ſo wird z. B. aus Jodeiſen und Kali Jodkalium und Eiſenoxyd gebildet.

842. In vielen Fällen werden durch dieſe Reaktion Doppeliodide erzeugt. Kali, Natrum und andere im Waſſer aufgelöſte alkaliſche Baſen wirken ſo auf das Queckſilberiodid; es bildet ſich dann ein Niederſchlag von Queckſilberoxyd und ein Doppeliodid von Kali und Queckſilber; auch einige andere Metalloxyde verhalten ſich gegen Jodkalium ſo, indem ſich dabei Kali und ein Doppeliodid bildet. Mehrere Chloride löſen die Jodide in der Wärme auf und ſcheiden ſolche beim Erkalten wieder aus. In dieſem Falle können die gefällten Jodide auch kryſtalliſiren.

Chlornatrium, Chlorqueckſilber, ſo wie die Chlorwaſſerſtoffſäure ſelbſt löſen das Queckſilberiodid auf und ſetzen es wieder beim Erkalten in Kryſtallen ab; eben ſo verhält ſich das Bleiiodid. Dieſes iſt im Allgemeinen die Wirkung der löslichen Chloride auf die unlöslichen Jodmetalle, während die Einwirkung der löslichen Jodide auf lösliche oder unlösliche Chlormetalle gewöhnlich eine doppelte Zerſetzung zur Folge hat.

843. Die Jodide ſelbſt und die Jodwaſſerſtoffſäure wirken verſchieden auf die Jodmetalle. Die Jodide verbinden ſich ſo wie die Oxyde, Sulphuride und Chloride unter einander ſelbſt und bilden kryſtalliſirbare Salze. Das Jodkalium löſt z. B. das Jodqueckſilber auf und bildet Salze von verſchiedenen Sättigungsgraden. Jodkalium löſt z. B. in der Wärme drei Atome Jodqueckſilber auf, ſetzt davon beim Erkalten

wieder ein Atom ab und kryſtalliſirt in ſchönen gelben Nadeln, welche noch zwei Atome Jodqueckſilber enthalten; behandelt man dieſes Jodſalz (Doppeliodid) mit Waſſer, ſo ſcheidet ſich noch ein Atom rothes Queckſilberiodid ab und die aufgelöſte Verbindung beſteht dann aus einem Atom von jedem Jodid. Blei- und Silberiodid können ſich auch mit Jodkalium verbinden und bilden ſo kryſtalliſirbare Salze. Das iodwaſſerſtoffſaure Ammoniak wirkt ähnlich auf die alkaliſchen Jodide.

Kommen baſiſche Jodide oder Jodwaſſerſtoffſäure mit dem Queckſilberiodür in Berührung, ſo wird Queckſilber frei, indem Queckſilberiodid entſteht, welches nachher ein Doppeliodid bildet. Gerade ſo wirken die alkaliſchen Chloride auf das Queckſilberchlorür.

Die Wirkung der Salze auf die Jodide iſt ſehr verſchiedenartig. Faſt alle äußern keine Wirkung, wenn nicht doppelte Wahlverwandtſchaft thätig iſt. Einige davon löſen ſie unverändert auf, wie z. B. das ſalpeterſaure oder eſſigſaure Queckſilber das Jodid dieſes Metalls auflöſt.

844. Die Bereitung der Jodide geſchieht auf verſchiedene Weiſe.

J o d und M e t a l l e. Die Jodide laſſen ſich durch direkte Vereinigung der Metalle mit Jod ſowohl auf trocknem als auf naſſem Wege darſtellen. Alle Metalle werden durch trocknes Jod entweder bei gewöhnlicher Temperatur, wie Kalium und Queckſilber, oder in gelinder Hitze, wie Zink, Eiſen, Zinn und Antimon angegriffen. Iſt Waſſer zugegen, ſo werden alle Metalle durch Jod in Jodide verwandelt, welche daſſelbe unter Einfluß von Säuren zerſetzen. Bei dem Eiſen findet dieſe Wirkung ſchon in der Kälte unter groſſer Wärmeentbindung Statt; bei Zink und Zinn geht ſie erſt in der Siedhitze des Waſſers vor ſich. Hat man dieſe auflöslichen Jodide dargeſtellt, ſo laſſen ſie ſich leicht zur Bereitung alkaliſcher Jodide verwenden, wenn ſie mit kohlenſauren Alkalien zuſammengebracht werden; man bereitet heut zu Tage gewöhnlich das Jodkalium auf dieſe Weiſe.

J o d und O x y d e oder k o h l e n ſ a u r e S a l z e. Das Jod kann in der Dunkelrothgluth einige Oxyde, z. B. das

Kali zerſetzen, indem der Sauerſtoff ausgetrieben wird. Unter gleichen Umſtänden wird auch das kohlenſaure Kali durch Jod zerſetzt, während ſich dabei die Kohlenſäure und der Sauerſtoff entbinden. Natrum und kohlenſaures Natrum verhält ſich auf gleiche Weiſe. Das Blei- und Wismuthoxyd wird ebenfalls durch Jod in Jodid verwandelt. Dieſes Verfahren wird ſelten bei Bereitung der Jodide angewendet. Mit der Einwirkung des Jods auf alkaliſche Baſen in konzentrirten Auflöſungen iſt es nicht alſo; es reſultirt aus dieſer Reaktion gewöhnlich, wie bei dem Chlor, ein Jodid und ein iodſaures Salz. Da das Letztere wenig auflöslich iſt, ſo ſcheidet es ſich leicht von dem Jodmetall. Sollte man übrigens dieſes Gemenge nicht haben wollen, ſo darf man nur die Flüſſigkeit, nachdem die Reaktion vollkommen beendigt und die Baſis in jene Produkte umgewandelt worden zur Trockne abrauchen und den Rückſtand rothglühen, wodurch das iodſaure Salz von ſelbſt in Jodmetall übergeht. Das Jod wirkt ſchon bei gewöhnlicher Temperatur auf die alkaliſchen Baſen unter Entwicklung von Wärme.

Jodmetalle durch doppelte Zerſetzungen. Hat man auf die im Vorhergehenden erwähnte Art auflösliche Jodide bereitet, ſo kann man ſich durch die doppelte Wahlverwandtſchaft die unauflöslichen Jodide von Silber, Kupfer, Wismuth, Blei und Queckſilber verſchaffen.

Capitel VII.

Fluormetalle oder Metallfluoride.

845. Die Fluoride zeigen gewöhnlich eine bei weitem entſchiednere ſaure oder baſiſche Reaktion als dieß bei den Chloriden und Jodiden der Fall iſt. Wenn das Queckſilberchlorid das Lackmuspapier röthet, ſo reagirt das Kochſalz gar nicht auf das rothe Papier, während dagegen aber kein einziges Fluorid exiſtirt, welches nicht auf die eine oder andere Weiſe entſchieden reagirte. Auch Doppelfluoride exiſtiren viele, welche leicht darzuſtellen ſind; Berzelius hat dieſelben ſpeziell vor einigen Jahren unterſucht unter dem Namen von flußſauren Doppelſalzen, da man die Fluoride früher überhaupt für flußſaure Salze anſah.

Es giebt tropfbare Fluoride wie das Fluorchrom, und ſtarre wie das Fluorkalium, Fluorcalcium und Fluorblei, mithin giebt es alſo auch riechende und geruchloſe Fluormetalle.

846. Sämmtliche Fluoride ſind mehr oder minder ſchmelzbar, einige ſogar flüchtig. Waſſerſtoff und Sauerſtoff wirken ähnlich auf dieſelben, wie auf die Chloride. Chlor, Brom und Jod wirken nicht auf die Fluormetalle, oder verwandeln in einigen Fällen nur die Fluorüre in Fluoride und Chloride, Bromide oder Jodide. Es ſcheint jedoch, daß das Chlor das Fluorqueckſilber zerſetzen kann. Phosphor und Schwefel wirken ähnlich wie Chlor. Kohlenſtoff, Bor, Kieſel und Stickſtoff wirken meiſtens entweder nur ſehr ſchwach oder gar nicht auf die Fluoride. Aus den Fluoriden der letzten Abtheilungen kann jedoch das Bor und das Kieſel das Metall abſcheiden, indem ſich Fluorbor oder Fluorkieſel bildet. Hinſichtlich der Wirkung der Metalle iſt daſſelbe Geſetz, was für die Chloride gilt auch auf die Fluoride anwendbar. Die Metalle können einander in den Verbindungen mit

Fluor vertreten; es bilden ſich aber zuweilen bei dieſen Ausſcheidungen Doppelfluoride.

847. Werden die alkaliſchen Fluoride in Waſſer aufgelöſt und zum Kryſtalliſiren gebracht, ſo ſcheidet ſich ein ſaures kryſtalliſirbares Salz ab, welches ein fluorwaſſerſtoffſaures Fluorid iſt und die rückſtändige Flüſſigkeit enthält einen Überſchuß von Alkali. Behandelt man Fluortitan mit Waſſer, ſo entſteht ein fluorwaſſerſtoffſaures Fluorid und ein Fluoridoxyd. Einige Fluoride werden durch Waſſer faſt vollſtändig zerſetzt, wie z. B. Antimon- und Wismuthfluorid.

Mehrere Fluoride ſind im Waſſer unauflöslich und werden durch daſſelbe nicht verändert; hierher gehört Fluorcalcium und Fluorblei ꝛc. Alle ungefärbten Fluoride werden im Waſſer halb durchſichtig und da ſie ungefähr daſſelbe Strahlenbrechungsvermögen wie das Waſſer beſitzen, ſo kann man ſie erſt dann am Boden des Gefäßes wahrnehmen, wenn man das Waſſer ausgegoſſen hat.

848. Die Säuren zerſetzen ſchon in der Kälte die auflöslichen Fluoride; dagegen wirken ſie faſt gar nicht auf die unlöslichen Fluoride ein, oder löſen ſie unverändert auf. Das Fluorblei iſt in der Salpeterſäure und Chlorwaſſerſtoffſäure auflöslich. In der Wärme zerſetzen die ſtarken Säuren die unauflöslichen Fluoride, wie z. B. das Fluorcalcium; Salze und Fluorwaſſerſtoffſäure ſind die Produkte dieſer Reaktion. Wenn Fluorwaſſerſtoffſäure auf die Fluoride wirkt, ſo können eine Menge verſchiedenartiger Salze dadurch erzeugt werden.

Die Oxyde wirken auf die Fluoride, wie auf Chloride und Jodide. Mit den Chloriden, Jodiden und Sulphuriden aber ſind die Fluormetalle noch nicht in Kontakt gebracht worden. Ohne Zweifel müßten doppelte Zerſetzungen die Folge davon ſeyn, oder Verbindungen, die gewiß nicht ohne Intereſſe wären.

Die Fluoride gehen ſehr gerne Verbindungen unter einander ein; es iſt ſogar ein natürliches Doppelfluorid bekannt, nämlich der Kryolith, eine Verbindung von Fluoraluminium mit Fluornatrium. Künſtliche Produkte dieſer Art laſſen ſich leicht hervorbringen, wenn man entweder Fluoride direkte

mit einander vereinigt, oder Oxyde auf die fluorwaſſerſtoffſauren Fluoride wirken läßt, welche unter dem Namen von Doppelfluoriden bekannt ſind. Man kennt Doppelfluoride von Chrom, Antimon, Eiſen, Kupfer, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink, Tantal, Molybdän ꝛc. mit den alkaliſchen Fluoriden. Die Doppelfluoride entſtehen oft durch doppelte Wahlverwandtſchaft in Fällen, wo man nur einfache Fluoride erhalten ſollte.

849. Die Fluoride können auf folgende Weiſe bereitet werden. 1.) Das Gemenge von Fluorwaſſerſtoffſäure und Salpeterſäure greift mehrere Metalle ſehr leicht an, wie z. B. das Zinn, Antimon und ſelbſt das Gold und Platin. Dieſes Verfahren wird jedoch nicht angewandt. 2.) Das Fluorqueckſilber oder Fluorblei geben, wenn ſie mit Körpern behandelt werden, welche poſitiver ſind, als deren Metalle, wie z. B. mit Antimon, flüchtige Fluoride, deren Eigenſchaften viel Ähnlichkeit mit denen der entſprechenden Chloride haben. 3.) Auch die Fluorwaſſerſtoffſäure erzeugt, mit den Oxyden in Berührung gebracht, mehrere Fluoride; die Titanſäure z. B. giebt Titanfluorid, wenn ſie mit Fluorwaſſerſtoffſäure behandelt wird. Auf gleiche Weiſe bereitet man die Fluoride von Wolfram, Molybdän ꝛc. 4.) Diejenigen Fluoride, welche zu den Metallen der drei erſten Abtheilunpen gehören, können durch die Einwirkungen der Chlorwaſſerſtoffſäure auf dieſe Metalle erzeugt werden. 5.) Einige Fluoride entſtehen auch, wenn alkaliſche Fluoride und Oxyde unter Einfluß der Schwefelſäure auf einander einwirken. Hierher ſind die flüchtigen Fluoride, wie Fluorchrom und Fluorarſenik zu zählen. 6.) Endlich können die unauflöslichen Fluoride durch doppelte Wahlverwandtſchaft erzeugt werden; Blei= Silber= Kalium= und Barium=Chlorid gehören zu dieſer Reihe.

Capitel VIII.

Schwefelmetalle oder Metallſulphuride.

850. Die Schwefelmetalle zerfallen in drei Reihen, welche folgende ſind: 1.) die einfachen Sulphuride, die den ſalzbildungsfähigen Oxyden entſprechen; 2.) die Polyſulphuride oder geſchwefelten Sulphuride, deren es ſehr viele giebt, und die noch nicht genau unterſucht ſind; 3.) die ſchwefelwaſſerſtoffſauren Sulphuride.

Das Studium der Sulphuride iſt äußerſt wichtig, denn:

1.) Bilden ſich dieſe Verbindungen ſehr häufig bei chemiſchen Reaktionen; z. B. bei Analyſen, wo man die Metalle in Schwefelmetalle verwandelt, um ſolche aus ihren Auflöſungen zu fällen und von andern damit gemengten Körpern auf eine äußerſt ſichere Weiſe abzuſcheiden; 2.) finden ſich eine große Anzahl von Sulphuriden in der Natur, von welchen mehrere beſtändig angewendet werden zur Gewinnung der Metalle, wie z. B. das Schwefelblei, der Zinnober, das Schwefelantimon und Schwefelſilber; 3.) weil viele eine wichtige Anwendung in den Künſten finden, wie z. B. Schwefelarſenik und Schwefelqueckſilber in der Malerei, oder wie das Schwefeleiſen, woraus man den Schwefel gewinnt, oder das Schwefelkupfer, deſſen man ſich zur Bereitung des ſchwefelſauern Kupfers bedient, oder auch wie das Schwefelantimon, das zu mancherlei mediziniſchen Präparaten, ſo wie auch zur Bereitung des Schwefelwaſſerſtoffs angewendet wird; 4.) braucht man in der Medizin täglich alkaliſche Sulphuride z. B. Schwefelkalium oder auch andere wie z. B. Schwefelqueckſilber ꝛc.

851. Die einfachen Sulphuride ſind ſo zuſammengeſetzt, daß wenn ſie das Waſſer zerſetzen, ſich Schwefelwaſſerſtoff und eine ſalzfähige Baſis bildet, d. h. es vertritt

ein Atom Schwefel ein Atom Sauerſtoff in dem entſprechendem Oxyde. Dieſe einfachen Sulphuride werden in drei Klaſſen eingetheilt: 1.) die im Waſſer auflöslichen Sulphuride; hierher gehören die der Metalle aus der erſten Abtheilung, nebſt den von Magneſium, Beryllium, Yttrium aus der zweiten. 2.) Die unauflöslichen hydratiſchen Sulphuride wohin die von Zink, Mangan und Eiſen gehören. 3.) Die unauflöslichen nicht hydratiſchen Sulphuride, die alle übrigen in den zwei vorhergehenden Klaſſen nicht vorkommenden in ſich faſſen.

852. Die Sulphuride der erſten Klaſſe ſind gelblich weiß; ihr Geruch und Geſchmack ähnelt dem von verfaulten Eiern. Sie ſind ſehr giftig. Man kann ſie kryſtalliſirt erhalten, beſonders die von Barium und Strontium, welche ſich beim Erkalten heißer etwas konzentrirter Auflöſungen abſetzen. Die Sulphuride der beiden andern Klaſſen ſind verſchiedenartig; das Schwefelzinn iſt goldgelb, das Schwefelqueckſilber roth, die meiſten aber ſind ſchwarz. Sie haben weder Geruch noch Geſchmack.

853. Mit Ausnahme des Schwefelſilbers werden die Sulphuride der ſechſten Abtheilung durch die Hitze zerſetzt, indem der Schwefel ſich entbindet und das Metall zurückbleibt.

Werden die Sulphuride der erſten und dritten Klaſſe mit Waſſer erhitzt, ſo verändern ſie ſich nicht; die der zweiten Klaſſe dagegen verwandeln ſich unter gleichen Umſtänden in Schwefelwaſſerſtoff und in Oxyde.

Läßt man Sauerſtoff auf die trocknen Sulphuride einwirken, ſo bilden ſich verſchiedene Produkte: 1.) Schwefelſaure Salze, wie dieſes der Fall bei alkaliſchen Sulphuriden iſt; 2.) Oxyde, z. B. aus dem Schwefelblei, wenn dieß in der Luft erhitzt wird, wo es in ſchwefelſaures Blei und dann in Oxyd übergeht; 3.) Oxydſulphuride, z. B. durch Röſten des Schwefelantimons; 4.) Metall und ſchweflichte Säure; dieß findet bei dem Schwefelqueckſilber Statt.

Die Wirkung des Sauerſtoffs auf die feuchten Sulphuride iſt bei weitem komplizirter. Wird eine alkaliſche Sulphuridauflöſung der Luft einige Tage ausgeſetzt, ſo färbt ſie ſich und verwandelt ſich in ein Polyſulphurid. Fortge-

ſetzte Einwirkung der Luft verwandelt den im Polyſulphurid vorhandenen Schwefelüberſchuß in unterſchweflichte Säure, die ſich mit dem gebildeten Kali vereinigt und ſo ein farbloſes unterſchweflichtſaures Salz erzeugt. Das in der Auflöſung zurückbleibende einfache Sulphurid erleidet aufs Neue dieſe Umwandlung und dieſe Wirkung währt ſo lange fort, bis die Flüſſigkeit nichts weiter als unterſchweflichtſaures Salz enthält. Aus dem Schwefelbarium ſetzt ſich das unterſchweflichtſaure Salz in nadelförmigen Kryſtallen ab. Da die übrigen unterſchweflichtſauren Salze auflöslicher ſind, ſo erhält man ſie minder leicht kryſtalliſirt.

854. Das Chlor verwandelt die waſſerloſen Sulphuride in Chlormetalle und in Chlorſchwefel. Man wendet dieſes Verfahren häufig in der analytiſchen Chemie an, und zwar vorzüglich dann mit Vortheil, wenn Metalle von einander zu ſcheiden ſind, deren Sulphuride feuerbeſtändig ſind, deren Chloride aber verſchiedene Grade von Flüchtigkeit beſitzen. Sind die Sulphuride in Waſſer aufgelöſt, ſo kann das Chlor ſie ebenfalls in Chloride verwandeln, der Schwefel aber wird dann ausgeſchieden. Brom und Jod reagiren ähnlich wie das Chlor auf die Sulphuride. Zuweilen verbindet ſich das Jod mit dem Sulphuride, wie bei dem Jodſchwefelantimon.

855. Der Schwefel verbindet ſich mit den Sulphuriden in mannigfaltigen Verhältniſſen; dieſe Verbindungen heißen Polyſulphuride.

856. Die Sulphuride können ſich mit einander ſelbſt wieder verbinden und Salze bilden, welche Berzelius in der letzten Zeit unter dem Namen von Schwefelſalzen genau unterſuchte (S. Thl. I. p. 215. Anmerkg.) Durch frühere Arbeiten zeigte er ſchon, daß die Sulphuride von Arſenik, Wolfram und Zinn ꝛc. ſich in alkaliſchen Sulphuriden auflöſen. Berthier fand auch, daß die Sulphuride ſich mit einander verbinden und Doppelſulphuride bilden können. Dieſe Doppelſulphuride löſen ſich gewöhnlich im Waſſer auf, und einige derſelben werden durch dieſe Flüſſigkeit zerſetzt. Die Säuren ſcheiden aus den Doppelſulphuriden das ſaure Sulphurid, welches gewöhnlich unauflöslich iſt.

857. Die alkaliſchen Sulphuride abſorbiren den Schwefelwaſſerſtoff in dem Verhältniß, daß der Schwefel der Säure gleich dem der Baſis iſt. Die Eigenſchaften dieſer ſchwefelwaſſerſtoffſauren Sulphuride werden weiter unten beſchrieben werden.

858. Mehrere Sulphuride, wie die von Blei, Antimon ꝛc. werden von manchen Metallen, z. B. von Eiſen zerſetzt. Das Metall des Sulphurids wird ausgeſchieden und ein neues Sulphurid wird erzeugt. Man benützt dieſes Verfahren, um mehrere Metalle im Großen zu gewinnen.

859. Zur Bereitung der einfachen Sulphuride können zwei Methoden angewendet werden. Erſtens können die ſchwefelſauren Salze durch Kohle zerſetzt werden, hierzu iſt eine höhere Temperatur nöthig. Man mengt das feinpulveriſirte ſchwefelſaure Salz mit Kohlenſtaub und glüht das Gemenge einige Stunden im Schmelztiegel. So wird z. B. das Schwefelbarium bereitet, was nachher zur Darſtellung des ſalpeterſauren und ätzenden Baryts angewendet wird.

Das zweite Verfahren, was in der analytiſchen Chemie häufig gebraucht wird, gründet ſich auf die Zerſetzung der Oxyde durch Schwefelwaſſerſtoff.

860. Überſulphuride. Sie ſind gelb oder roth von Farbe; die der erſten Abtheilung, welche auflöslich ſind, ſchmecken und riechen wie die einfachen Sulphuride und ſind auch giftig.

Man bereitet dieſe Überſulphuride, indem man einen Überſchuß von Schwefel mit reinem oder kohlenſauerm Alkali z. B. mit Kali oder Natrum ſchmelzt. Man könnte ſie auch darſtellen, wenn man ein auflösliches Oxyd mit einem Überſchuß von Schwefel kochen ließe. Im letzten Falle wird außer dem Überſulphurid auch ein unterſchweflichtſaures Salz gebildet. Die unlöslichen Überſulphuride werden durch doppelte Wahlverwandtſchaft mittelſt auflöslicher Überſulphuride erzeugt.

861. Die Säuren ſcheiden Schwefelwaſſerſtoff und Schwefel oder auch Waſſerſtoffſchwefel aus denſelben ab. Bei dieſer Reaktion läßt ſich nur ſchwer eine Fällung von Schwe-

fel vermeiden und ſie findet ſtets bei ſchweflichter Säure, Chlorſäure, Jodſäure und Salpeterſäure Statt.

Die Luft verwandelt die Überſulphuride in unterſchweflichtſaure Salze. Chlor, Jod und Brom im trocknen Zuſtande oder unter Mitanweſenheit des Waſſers wirken wie einfache Sulphuride auf dieſelben ein.

Werden die Metalle mit den Überſulphuriden erhitzt, ſo können ſie ſolche in Doppelſulphuride verwandeln; Platin wirkt auf ſolche Weiſe. Der Schwefelwaſſerſtoff ſcheidet bei gewöhnlicher Temperatur Schwefel aus den löslichen Überſulphuriden und bildet mit ihnen dann ſchwefelwaſſerſtoffſaure Sulphuride.

862. Schwefelwaſſerſtoffſaure Sulphuride oder zweifach ſchwefelwaſſerſtoffſaure Salze. Man bereitet dieſe auf drei verſchiedenen Wegen:

1.) Durch die Einwirkung der Schwefelwaſſerſtoffſäure auf die Baſen oder kohlenſauern Salze, welche im Waſſer entweder aufgelöſt oder nur aufgeſchlemmt ſind. 2.) Durch Einwirkung der Schwefelwaſſerſtoffſäure auf Kalium. 3.) Durch Einwirkung der Schwefelwaſſerſtoffſäure auf die trocknen kohlenſauren Alkalien.

In allen Fällen kann das erzeugte Salz durch die Formel $RS + H^2S$ bezeichnet werden.

863. Die Säuren entbinden Schwefelwaſſerſtoff daraus, ohne daß ſich dabei Schwefel abſetzte, wenn ſie nicht wie die Salpeterſäure das ſich entbindende Gas zum Theil ſeines Waſſerſtoffs berauben können. Die Wirkung der Baſen kann in Folge ihrer Natur verſchieden ſein; ſo ſetzt z. B. das ſchwefelwaſſerſtoffſaure Schwefelmagneſium, wenn es mit Kali zuſammengebracht wird, Magneſia oder Talkerde ab, während erſteres ſich in Schwefelkalium verwandelt. Andere wiederum wie das Chromoxyd, erleiden unter dieſen Umſtänden keine Veränderung. Die elektronegativen Oxyde z. B. das von Arſenik geben dagegen ein Doppelſulphurid und in dieſem Falle ein arſenichtſaures Salz. Die Salze wirken auf die ſchwefelwaſſerſtoffſauren Sulphuride, wie auf die einfachen Sulphuride, nämlich es finden doppelte Zerſetzungen Statt; zugleich aber wird Schwefelwaſſerſtoff frei und

entbindet ſich. Wird eine konzentrirte Auflöſung eines ſchwefelwaſſerſtoffſauren Sulphurid's mit Schwefelpulver gemengt, ſo verliert ſie ihren Schwefelwaſſerſtoff und es bildet ſich ein Überſulphurid. Es giebt demzufolge alſo keine ſchwefelwaſſerſtoffſauern Polyſulphuride.

Die ſauern Sulphuride wirken wie der Schwefel und bilden Doppelſulphuride.

Capitel IX.

Selenmetalle oder Metallſelenide.

864. Noch kennen wir die Selenide nur ſehr unvollkommen, allein da ſie mit den Sulphuriden viele Ähnlichkeit haben, ſo läßt ſich das, was von dieſen im Vorhergehenden geſagt wurde meiſt auch auf ſie anwenden. Die Selenide haben gewöhnlich ein metalliſches Anſehen und dieſes gilt ſelbſt vom Selenkalium.

Die Meiſten ſind leichter ſchmelzbar, als die in ihnen enthaltenen Metalle. Die höhern Selenverbindnngen werden durch Feuer eines Theils ihres Selens beraubt und in Selenide von geringerem Selengehalt verwandelt.

865. Die Selenide werden in der Hitze durch Sauerſtoff zerſetzt, indem ſich entweder reines oder oxydirtes Selen entbindet; das Selen kann aber auch in eine Säure verwandelt werden, die mit dem ſich bildenden Metalloxyd eine Verbindung eingeht, wenn dieſes wie z. B. das Eiſen baſiſcher Natur iſt. Das Selenplatin zerſetzt ſich unter dieſen Umſtänden in Metall und Selen, welches letztere mit dem Sauerſtoff entweder ein Oxyd oder eine Säure bildet. Das Selenantimon verwandelt ſich in Selenidoxyd, gleichwie das Schwefelantimon unter gleichen Umſtänden in Sulphuridoxyd übergeht.

866. Die auflöslichen Selenide ſetzen Selen ab, wenn ſie längere Zeit mit der Luft in Berührung ſind; ſie löſen aber auch noch Selen auf, welches wieder von den Säuren daraus gefällt werden kann, indem ſich zugleich Selenwaſſerſtoff entbindet. Selenmetalle von geringerem Selengehalt können ſich mit mehr Selen verbinden und bilden dann Polyſelenide. Noch kennt man die Zuſammenſetzung und Anzahl derſelben nicht.

Chlor, Brom und Jod treiben das Selen aus ſeinen Verbindungen mit Metallen aus und vereinigen ſich theils mit dieſen, theils mit dem Selen ſelbſt.

Alle alkaliſchen Selenide ſind auflöslich, die übrigen ſind gewöhnlich unauflöslich. Das Seleneiſen, wenn es mit Schwefelſäure oder Chlorwaſſerſtoffſäure behandelt wird, bildet Selenwaſſerſtoffgas und ſchwefelſaures Eiſen oder Chloreiſen. Daſſelbe würde bei mehreren andern unauflöslichen, ſo wie bei allen auflöslichen Seleniden Statt finden. Die Salpeterſäure löſt mehrere unauflösliche Selenide auf, und verwandelt ſie in ſelenſaure Salze; ſehr ſchwer wirkt ſie dagegen auf das Selenquecksilber ein.

Höchſt wahrſcheinlich kann man die Selenide gleich den Sulphuriden in ſaure und baſiſche Selenide eintheilen, die ſalzartige Verbindungen *) mit einander bilden können. Bis jetzt kennt man jedoch noch keine Doppelſelenide.

867. Die Selenide können auf verſchiedene Weiſe bereitet werden: 1) Indem man die Metalle direkt mit Selen verbindet. In mehreren Fällen z. B. mit Kalium läßt ſich das Selen und das Metall zugleich erhitzen; die Verbindung geht ſo kräftig vor ſich, daß ſie gewöhnlich von einer gewaltſamen Detonation begleitet wird. Zuweilen kann man auch die Selendämpfe über das rothglühende Metall hinſtreichen laſſen, wie z. B. bei Zink. Dieſe Reaktion iſt ſtets mit Lichtentwicklung begleitet. 2) Durch Einwirkung des Selenwaſſerſtoffs oder des Selenkaliums auf Metallauflöſungen. Durch doppelte Wahlverwandtſchaft laſſen ſich gleichfalls alle unlöslichen Selenide, wie das Kupfer-, Blei-, Queckſilber-Selenid ꝛc. bereiten.

*) Dieſe aus zwei Seleniden beſtehenden Verbindungen würden, da ſie den Schwefelſalzen (856) ähnlich ſind, Selenſalze heißen müſſen. A. u. E.

Capitel X.

Phosphormetalle.

368. Alle Verbindungen des Phosphors mit den Metallen ſind ſtarr. Enthalten ſie einen Überſchuß an Metall, ſo beſitzen ſie metalliſchen Glanz; ſind ſie dagegen mit Phosphor geſättigt, ſo mangelt ihnen derſelbe. Sie ſind ſchmelzbar, ſpröde, von verſchiedener Farbe und im Waſſer unauflöslich; einige derſelben aber zerſetzen dieſe Flüſſigkeit. Durch Wärme kann aus den Phosphormetallen der vier letzten Abtheilungen ein Theil ihres Phosphorgehaltes ausgetrieben werden; gewöhnlich aber können ſie deſſelben nicht gänzlich hierdurch beraubt werden. Der Sauerſtoff verwandelt die Phosphormetalle leicht in phosphorſaure Salze oder auch in freie Phosphorſäure und Metalle. Chlor bildet mit denſelben ein Metallchlorid und Chlorphosphor. Auf gleiche Weiſe verhalten ſich Brom und Jod. Die Wirkung anderer nicht metalliſcher Körper kennt man noch nicht; mit Ausnahme der vom Arſenik kann ſie nur ſchwach ſeyn. Die Metalle verhalten ſich gegen die Phosphormetalle wie gegen die Schwefelmetalle. Das Waſſer bringt in den Phosphormetallen der vier erſten Abtheilungen keine Veränderung hervor, wenigſtens wenn ſie nicht ſehr fein zertheilt ſind und kein Zutritt der Luft Statt findet, außerdem ſäuert ſich der Phosphor. Es wirkt dagegen ſehr ſchnell auf die der erſten Abtheilung, indem Phosphorwaſſerſtoff, Waſſerſtoff und ein unterphosphorichtſaures Salz ſich bildet. Die ſchwachen Sänren erzeugen mit denſelben Phosphorwaſſerſtoffgas und ein Salz. Die konzentrirten Säuren verhalten ſich gegen die Phosphormetalle wie gegen das Metall und den Phosphor beſonders.

869. Die Phosphormetalle laſſen ſich auf verſchiedene Weiſe bereiten: 1.) Indem man Phosphor in Dampfform mit erhitzten Metallen zuſammenbringt; auf dieſe Weiſe erhält man Phosphorkupfer, Phosphorkalium und Phosphor-Natrium. Bei letztern beiden reicht es ſchon hin, die Metalle mit dem Phosphor zu erhitzen. 2.) Mittelſt Zerſetzung des Phosphorwaſſerſtoffs durch Metalle. 3.) Indem man aufgelöſte Salze oder Chloride mit Phosphorwaſſerſtoff behandelt. Dieſes Verfahren iſt auf die Phosphormetalle der drei letzten Abtheilungen und ſelbſt bei dem Phosphorzinn anwendbar. 4.) Durch Reduktion der phosphorſauern Salze mittelſt Waſſerſtoff; 5.) durch Reduktion der nämlichen Salze durch Kohle; 6.) indem man Gemenge von ſauerm phosphorſaurem Kalk und einem Metall oder Oxyd mit Kohle behandelt. Dieſe drei Verfahrungsarten laſſen ſich übrigens nur auf die Phosphormetalle der vier letzten Abtheilungen und ſelbſt auf die fünfte und ſechſte Abtheilung nur ſchwierig anwenden. 7.) Endlich wenn man gewiſſe Oxyde mit Phosphor behandelt. Dieſe letzte Methode läßt ſich nur bei den Metallen der erſten, dritten, vierten und bei einigen der ſechſten Abtheilung gut anwenden.

870. Häufig bedient man ſich dieſes Verfahrens bei Bereitung der Phosphormetalle der erſten Abtheilung, ſo wird z. B. die Phosphorverbindung mit Barium, Strontium, und Calcium dargeſtellt. Es bildet ſich dann außer dem Phosphormetall zugleich auch ein phosphorſaures Salz. Lange ſah man dieſe als Verbindungen von Phosphormetallen mit Oxyden an; es läßt ſich aber leicht einſehen, daß dieſes nicht der Fall iſt. Bringt man das Phosphormetall mit Baryt zuſammen, ſo erhält man ein Gemiſch von ſieben Atomen Metall und zwölf Atomen Phosphor. Es würde dieß eine Verbindung ſeyn, die ohne Beiſpiel wäre; allein wenn man dieſelbe aus fünf Atomen Doppel-Phosphorbarium und einem Atom phosphorſauren Baryt beſtehend, betrachtet, ſo ſteht dieſe Zuſammenſetzung mit der allgemeinen Theorie ganz im Einklange.

Man erhält dieſe Verbindung, indem man Phosphordämpfe über glühenden Baryt ſtreichen läßt; dieſe Reaktion

iſt von lebhafter Lichtentwicklung begleitet. Der Baryt wird in eine ſchlackige, ſchwärzlichbraune, harte und metalliſch-glänzende Maſſe verwandelt. Behandelt man dieſelbe mit Waſſer, ſo entbindet ſich Phosphorwaſſerſtoff im Maximum, Waſſerſtoffgas und zugleich bildet ſich unterphosphorichtſaurer und phosphorſaurer Baryt.

Capitel XI.

Arſenikmetalle.

871. Das Arſenik verhält ſich gegen die Metalle wie der Phosphor und bildet Verbindungen mit denſelben, welche noch nicht genau genug unterſucht worden ſind. Man kann ſie bereiten: 1.) durch direkte Vereinigung der Metalle mit Arſenik; auf dieſe Weiſe verſchafft man ſich die Arſenikverbindungen von Kalium, Platin, Zinn ꝛc. 2.) Indem man Arſenikwaſſerſtoff und Metalle aufeinander einwirken läßt. Arſenikkalium und Arſenikzinn laſſen ſich auch auf dieſe Weiſe bereiten und wahrſcheinlich überhaupt alle Arſenikverbindungen mit den Metallen der drei erſten Abtheilungen und mit einigen der vierten. 3.) Durch Zerſetzung der Salze der drei letzten Abtheilungen mittelſt Arſenikwaſſerſtoff; Arſenikkupfer, Arſenikſilber ꝛc. können auch auf dieſe Weiſe dargeſtellt werden. 4.) Wenn man die arſenichtſauren oder arſenikſauren Salze oder auch wohl Gemenge von arſenigter oder Arſenikſäure mit Metallen oder Metalloxyden durch Waſſerſtoff oder Kohle behandelt. 5.) Indem man gewiſſe Oxyde mit Arſenik in höherer Temperatur zuſammen bringt. Gay Laſſac bereitete ſo das Arſenikbarium, indem er Arſenikdämpfe über rothglühenden Baryt leitet. Die auf ſolche Weiſe bereiteten Arſenikverbindungen ſind entweder nach feſten Miſchungsverhältniſſen zuſammengeſetzt, oder ſie enthalten einen Metallüberſchuß. Es hängt dieß theils von den Eigenſchaften der gebildeten Verbindung ſelbſt, theils von dem Verfahren, oder auch von der angewendeten Temperatur ab.

872. Die Wärme zerſetzt zum Theil die Arſenikmetallee der drei letzten Abtheilungen und ſogar die der dritten. Durch Sauerſtoff werden ſie mit Beihilfe der Wärme in arſenikſaure Salze verwandelt, oder das Arſenik wird wenigſtens

arſenichte Säure, während das Metall entweder frei wird oder ſich oxydirt. Das Chlor verwandelt ſowohl das Arſenik als auch das Metall in Chloride. Brom und Jod verhalten ſich eben ſo; Schwefel und Selen wirken wahrſcheinlich auf ähnliche Weiſe. Wie ſich die übrigen einfachen Stoffe gegen die Arſenikmetalle verhalten, iſt theils noch unbekannt, theils aber auch leicht vorher zu beſtimmen.

Alle Arſenikmetalle ſind im Waſſer unauflöslich; durch die der erſten Abtheilung wird das Waſſer zerſetzt. Es entbindet ſich in dieſem Falle Arſenikwaſſerſtoffgas, während ſich zugleich irgend ein arſenikhaltiges Salz bildet. Es ſcheint, daß dabei ein arſenikſaures Salz erzeugt wird. Die mit Waſſer verdünnten Säuren wirken ebenfalls auf die Arſenikmetalle der drei erſten Abtheilungen, indem ſich gleichfalls Arſenikwaſſerſtoff dabei bildet. Die konzentrirten Säuren Säuren verhalten ſich gegen die Arſenikmetalle, wie gegen gegen Arſenik und Metalle beſonders. Enthalten die Arſenikmetalle einen Metallüberſchuß, ſo haben ſie Metallglanz; ſind dieſelben aber nach beſtimmten Proportionen zuſammengeſetzt, ſo kommt ihnen dieſe Eigenſchaft nur in geringem Grade zu.

Capitel XII.

Verbindungen des Stickſtoffs mit Metallen.

873. Der Stickſtoff verbindet ſich nie direkte mit den Metallen, er kann ſich aber mit ihnen vereinigen, wenn er in dem Augenblicke, wo er aus feſten oder tropfbaren Verbindungen frei wird, mit Metallen in Berührung kommt. Die Stickſtoffmetalle ſind noch wenig gekannt, vergleicht man ſie aber mit den Phosphor- oder Schwefelmetallen, ſo läßt ſich daraus leicht auf ihr Verhalten im Allgemeinen ſchließen.

Stickſtoffkalium und Stickſtoffnatrium, die durch Gay-Luſſac und Thenard entdeckt wurden, bieten hier einen trefflichen Anhaltspunkt dar, indem über ihre Zuſammenſez-zung kein Zweifel mehr herrſcht. Da dieſe Stickſtoffmetalle trocken ſind, ſo kann ihre Zuſammenſetzung nicht wohl beſtritten werden. Mit Waſſer verwandeln ſie ſich in Ammoniak und Metalloxyde. Dieſe Stickſtoffmetalle beſtehen aus

3 Atomen Metall und
2 — Stickſtoff

die man zuſammen bringen muß mit

$$\left.\begin{array}{l}\text{3 At. Sauerſtoff}\\ \text{6 — Waſſerſtoff}\end{array}\right\} = \text{6 At. Waſſer,}$$

um daraus zu erzeugen

3 At. Oxyd = 3 At. Metall und 3 At Sauerſtoff
4 At. Ammoniak = 2 At. Stickſtoff und 6 At. Waſſerſtoff.

874. Wenn man auch hinſichtlich der Zuſammenſetzung des Stickſtoffkaliums und Natriums im Reinen iſt, ſo bleibt in dieſer Beziehung doch noch einige Ungewißheit über die Stickſtoffverbindungen der übrigen Metalle. Ihre Exiſtenz wird ſelbſt von vielen Chemikern noch bezweifelt, welche diejenigen Verbindungen mit dem unpaſſenden Namen von Ammoniakmetallen bezeichnen, die wir für ammoniakhaltige Stickſtoffmetalle halten.

Das Ammoniak wirkt auf viele Metalloxyde und bildet damit eigenthümliche Verbindungen, wie z. B. Zink-, Kupfer-, Gold- und Silber-Ammoniak. Über die Zuſammenſetzung dieſer Verbindungen laſſen ſich dreierlei Vermuthungen aufſtellen: 1.) man kann annehmen, daß das Ammoniak ſich geradezu mit den Metalloxyden verbindet, und dann iſt die Verbindung als eine Art Salz anzuſehen, in welchem das Ammoniak baſiſche und das Oxyd ſaure Rolle ſpielt.

2.) Es läßt ſich ferner denken, daß ſich auf Koſten des Sauerſtoffs ein Oxyd und des Waſſerſtoffs im Ammoniak Waſſer bildet, während ſich zugleich der Stickſtoff mit dem Metall vereinigt. In dieſem Falle iſt klar, daß ſich die Stickſtoffverbindung auf eine ganz ähnliche Weiſe bildet, wie oben bei Stickſtoffkalium und -Natrium angedeutet wurde, nämlich in Verhältniſſen, welche durch die bekannte Zuſammenſetzung des Ammoniaks, Waſſers und der angewandten Oxyde beſtimmt werden.

3.) Oder man kann endlich annehmen, daß die auf beſagte Weiſe erzeugte Stickſtoffverbindung ſich mit überſchüſſigem Ammoniak vereinigt; es bildet ſich in dieſem Falle eine Verbindung von Stickſtoffmetall und Ammoniak, was auch durch die Verſuche, welche ich mit dem Goldoxydammoniak angeſtellt habe, ziemlich wahrſcheinlich gemacht wird.

875. Die Eigenſchaften der Ammoniakſtickſtoffmetalle im Allgemeinen kennt man noch wenig, allein in vielen Fällen laſſen ſie ſich leicht vorher beſtimmen. Um die ammoniakhaltigen Stickſtoffverbindungen des Kaliums und Natriums zu zerſetzen, bedarf es der Rothglühhitze, für die von Zink und Kupfer reicht ſchon eine niedrigere Temperatur hin. Das Goldoxydammoniak zerſetzt ſich bei 140° C. und die Silberverbindung bei noch niedrigern Wärmegraden. Die beiden Letzteren werden durch Wärme ſo raſch zerſetzt, daß zugleich eine höchſt gewaltſame Detonation Statt findet. Das Ammoniakſtickſtoffſilber iſt unter dem Namen Knallſilber bekannt, welches bei der leiſeſten Berührung detonirt, wenn es gut bereitet und trocken iſt.

Es wurde bereits erwähnt, wie das Waſſer ſich gegen Stickſtoffkalium und Natrium verhält; es bildet mit denſel-

den Ammoniak und Oxyde. Auf die übrigen Stickſtoffmetalle wirkt dieſe Flüſſigkeit unter gewöhnlichen Umſtänden nicht ein, allein da ſie verſchiedene Erſcheinungen hervorruft, ſo können hiernach die Stickſtoffmetalle in drei beſtimmte Klaſſen geſchieden werden:

1.) Stickſtoffkalium und Stickſtoffnatrium, welche durch Waſſer zerſetzt werden, indem ſich Ammoniak und Metalloxyde bilden. 2.) Die Verbindungen des Zinks, Kupfers, Nickels und Kobalts ꝛc. mit Ammoniak, welche das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur nicht verändern, die aber durch Abdunſten in Ammoniak und Oxyde verwandelt werden, und welche ſonach nicht im trocknen Zuſtand erhalten werden können; 3.) die ammoniakhaltigen Stickſtoffverbindungen des Goldes, Silbers, Queckſilbers und Platins, welche entweder gar nicht auf das Waſſer wirken, oder deren Einfluß auf dieſe Flüſſigkeit noch nicht genau ausgemittelt iſt.

876. Die Mittel, deren man ſich zur Bereitung der Stickſtoffmetalle bedient, und der Zuſtand, in welchem ſie ſich darſtellen, ſtehen mit ihren Eigenſchaften im genauen Zuſammenhange. Die Verbindungen des Kaliums und Natriums mit Stickſtoff z. B. können, da ſie durch gelinde Hitze zerſtört werden, ſich bei dieſer Temperatur bilden, wenn man beide Metalle auf trocknes Ammoniak einwirken läßt. Die Übrigen dagegen können nur mit Hilfe von Oxyden oder Salzen bereitet werden, wenn man ſolche mit wäſſerigem Ammoniak in Berührung bringt. Die Stickſtoffmetalle der zweiten Abtheilung können demnach nur aufgelöſt, die der dritten aber im trocknen Zuſtande erhalten werden.

Die Wirkung der Säuren und der Baſen kann in vielen Fällen vorher beſtimmt werden, wenn man ſowohl die Veränderung, welche die Stickſtoffmetalle durch Waſſer erleiden, als auch die Natur des in ihnen enthaltenen Metalls berückſichtiget. Derſelbe Fall findet rückſichtlich der Wirkung der einfachen nichtmetalliſchen Körper Statt. Mit Ausnahme des Waſſerſtoffs, Bors, Kieſels und Kohlenſtoffs ſcheiden ſie den Stickſtoff aus, vereinigen ſich mit dem Metall und bilden dann Chloride, Jodide, Sulphuride ꝛc.

Die waſſerhaltigen Säuren wirken vermöge ihres Waſſers auf die Stickſtoffmetalle der erſten Klaſſe und geben Veranlaſſung zur Bildung von Ammoniak⸗ Kali⸗ oder Natrumſalzen. Die Sauerſtoffſäuren geben einen Theil ihres Sauerſtoffs an das Metall ab und treiben den Stickſtoff aus. Die Waſſerſtoffſäuren geben ihren negativ elektriſchen Beſtandtheil dem Metall und den Waſſerſtoff an den Stickſtoff ab; es bildet ſich alſo Chlorkalium und ſalzſaures Ammoniak, wenn man z. B. Stickſtoffkalium und trockne Chlorwaſſerſtoffſäure zuſammenbringt. Auf die Stickſtoffmetalle der zweiten Klaſſe wirken die Säuren dergeſtalt, daß das Waſſer zerſetzt wird und entweder zwei Salze oder ein Doppelſalz gebildet werden. Die Säuren wirken auf die Stickſtoffmetalle der dritten Klaſſe nicht.

Die Baſen können ihren elektronegativen Beſtandtheil den Stickſtoffmetallen der erſten Klaſſe abtreten, gewöhnlich aber äußern ſie keine Wirkung auf die der zweiten und noch weniger auf die der dritten Abtheilung.

Capitel XIII.

Kohlenſtoffmetalle.

877. Kohlenſtoff, Bor und Kieſel können ſich mit dem Eiſen verbinden, mit den übrigen Metallen aber ſcheinen dieſe drei Körper ſich nur unter beſondern Bedingungen und höchſt unvollkommen vereinigen zu können.

Wir werden ſpäter beim Stahl und Gußeiſen die Verbindungen des Eiſens mit dem Kohlenſtoff näher betrachten. Es ſcheint als könne ſich der Kohlenſtoff bei ſehr hoher Temperatur mit den Metallen verbinden, allein die erzeugten Verbindungen enthalten nur ſehr geringe Mengen von dieſem Stoffe. Ein merkwürdiges Beiſpiel hiervon, werden wir ſpäter bei dem Prozeß des Kupfergarmachens kennen lernen. *) Mit Kalium und Natrium verbindet ſich der Kohlenſtoff offenbar.

Kieſelmetalle.

878. Das Kieſel kann ſich wie der Kohlenſtoff mit dem Eiſen, Kalium, Natrium und endlich mit dem Platin verbinden, aber dieſe Verbindungen ſind noch nicht hinreichend genau unterſucht worden; wir werden darauf wieder zurückkommen, wenn die Rede vom Stahl und Gußeiſen ſeyn wird; mit dieſen Körpern vereinigt das Kieſel unter Einwirkung der Wärme. Um Kieſelmetalle zu bereiten darf man nur Kieſelerde und Kohle mit den Metallen erhitzen. Andere Kieſelmetalle als die angeführten kennt man bis jetzt noch nicht.

---

*) Berzelius betrachtet die Gemenge von Kohle und ſehr fein zertheiltem Metall, welche bei der Deſtillation der Cyanide zurückbleiben, als Kohlenſtoffmetalle; wir aber halten ſie nur für mechaniſche Gemenge.

Bormetalle.

Reduzirt man das borſaure Natrum oder Kali mit Kohle, ſo ſcheint ſich Bornatrium oder Borkalium zu bilden; bei Behandlung des borſauern Eiſens mit Waſſerſtoff erhält man wahrſcheinlich auch Boreiſen. Gewiß iſt es, daß die Borſäure mit Kohle und Platin zuſammen erhitzt Borplatin bildet, allein dieſe Verbindungen ſind noch ſehr wenig unterſucht worden.

Capitel XIV.

Verbindungen des Waſſerſtoffs mit den Metallen.

879. Bis jetzt kennt man nun drei Waſſerſtoffmetalle: das ſtarre Waſſerſtoffkalium, das Waſſerſtofftellur, welches viele Ähnlichkeit mit dem Waſſerſtoffarſenik hat, und das Tellurwaſſerſtoffgas, das theils dem Arſenikwaſſerſtoff, theils dem Schwefelwaſſerſtoff ſich nähert.

Dieſe Verbindungen ſind einander nicht ſehr ähnlich, doch können ſie wahrſcheinlich ſämmtlich durch die Hitze zerlegt werden, indem das Metall und das Waſſerſtoff frei wird.

Später bei der ſpeziellen Betrachtung des Queckſilbers und Tellurs werden wir das Nähere über dieſe Verbindungen anführen, die übrigens nicht beſonders merkwürdig wären, wenn ſie ſich nicht unmittelbar an die intereſſanten ammoniakhaltigen Waſſerſtoffmetalle anſchlößen, die gewiß noch lange Zeit zu der Vermuthung Veranlaſſung geben werden, die Metalle als zuſammengeſetzte Körper zu betrachten.

Es iſt bei dieſen Verbindungen zu berückſichtigen, daß das Metall die negative und der Waſſerſtoff die poſitive Rolle ſpielt.

Capitel XV.

Von den Verbindungen, welche aus zwei binär zuſammengeſetzten Körpern gebildet werden, oder von den Salzen.

880. Mit dem Namen Salze bezeichnete man ehedem gewiſſe Verbindungen, welche mit dem Kochſalze mehrere Eigenſchaften gemein hatten, auf welche man jetzt behufs dieſer Beſtimmung keinen Werth mehr legt. Körper, welche ſich im Waſſer auflöſten und durch Abdampfen oder Abkühlen kryſtalliſiren konnten, einen eigenthümlichen Geſchmack, Durchſichtigkeit und noch mehrere minder wichtige Eigenſchaften beſaßen, erhielten den Namen Salze. Auf gleiche Weiſe wurden viele brennbare Körper Schwefel, und alle im Dunkeln leuchtenden Körper Phosphoren genannt.

In der neuen Nomenklatur gab man den Namen Salze Verbindungen, die aus einer Säure und einer Baſis beſtehen und betrachtete überhaupt nur ſolche als Salze, welche ein Oxyd oder einen offenbar alkaliſchen Körper zur Baſis hatten.

Es ſcheint uns unpaſſend zu ſeyn, den Begriff der Salze ſo zu beſchränken; dagegen glauben wir es den jetzigen chemiſchen Anſichten angemeſſen, den Namen Salze ohne Unterſchied allen Verbindungen zu geben, welche aus zwei binär zuſammengeſetzten Körpern beſtehen, indem wir überzeugt ſind, daß in allen Fällen dieſer Art der eine Beſtandtheil die Rolle einer Säure, der andere aber die Rolle einer Baſis ſpielt.

881. Wir nennen demnach Salz jedes Produkt, welches aus der Vereinigung zweier Verbindungen hervorgeht, deren jede aus zwei Grundſtoffen beſteht. Dieſe Definition

läßt ſich nicht bloß auf die binären Sauerſtoffverbindungen anwenden, welche man früherhin ausſchließlich Salze nannte, ſondern auch auf die Verbindungen der Sulphuride unter ſich; auch die aus zwei Chloriden, oder zwei Jodiden ꝛc. beſtehenden Verbindungen ſind Salze. Unter dieſem Namen begreift man ferner alle zuſammengeſetzten Körper, welche aus der Vereinigung irgend einer binären Verbindung mit einer andern entſtehen; hierher gehören z. B. die aus einem Oxyd und Chlorid beſtehenden, das Antimonoxyd-Chlorid iſt ein ſolches, weil es eine Verbindung von Antimonoxyd nnd Antimonchlorid iſt. Salze ſind ferner die Verbindungen einer Säure mit einem Sulphurid; die unterſchweflichtſauern Salze z. B. ſind ſchwefelſaure oder ſchweflichtſaure Sulphuride, und ſonach wirkliche Salze.

Was wir nun von den allgemeinen Eigenſchaften der Salze ſagen werden, läßt ſich bloß auf ſolche anwenden, deren Baſis und Säure ſauerſtoffhaltig ſind, weil man dieſe am genaueſten kennt und am häufigſten anwendet, obgleich in vielen Fällen, die für dieſe geltenden Geſetze auch auf die übrigen Salze ſich anwenden laſſen.

882. Zuſammenſetzung. Eine Säure verbindet ſich mit einer Baſis im beſtimmten ſtöchiometriſchen Verhältniß, d. i. 1 Atom Säure vereinigt ſich mit 1, 1½, 2, 3 Atomen Baſis, oder auch 1 Atom Baſis kann ſich mit 1, 1½, 2, 3 Atomen Säure verbinden. Beſteht die Verbindung aus 1 Atom Säure und 1 Atom Baſis, ſo iſt das Salz gewöhnlich neutral. Sauer iſt es, wenn es auf 1 Atom Baſis 1½, 2 und 3 Atome Säure enthält, und baſiſch im Gegentheil, wenn gegen 1 Atom Säure 1½, 2 oder 3 Atome Säure in demſelben vorhanden ſind.

Die Nomenklatur der Salze iſt heut zu Tage mit Recht von ihrer ſtöchiometriſchen Zuſammenſetzung abhängig. Man bildet die Namen derſelben auf folgende Weiſe:

Atome der Baſis.	Atome der Säure.	
3	1 . .	dreifach baſiſches Salz.
2	1 . .	doppelt baſiſches Salz.
1½	1 . .	anderthalb baſiſches Salz.

Atome der Säure.	Atome der Baſis.	
1	1 . .	neutrales Salz.
1	1½ . .	anderthalb Salz.
1	2 . .	doppeltes oder zweifaches Salz.
1	1 . .	dreifaches Salz. *)

Wollen wir nun noch einige allgemeine Betrachtungen über die chemiſchen Eigenſchaften dieſer verſchiedenartig zuſammengeſetzten Salze anſtellen, und ſehen, in wie weit die Annahme dieſer Namen zuläſſig iſt.

883. Man kann dreiſt im Voraus behaupten, daß alle diejenigen Salze, welche ſtöchiometriſch gleich zuſammengeſetzt ſind, ſich nicht alle in dem nämlichen Zuſtande der Sättigung befinden können. Es wäre in der That höchſt ſonderbar, wenn Körper, welche in anderer Beziehung ſo verſchieden von einander ſind, ſich gerade in dieſem ſo charakteriſtiſchen Punkte, welcher gleichſam einen Maaßſtab für ihre weſentlichen und Grund-Eigenſchaften liefert, durchaus gleich ſeyn ſollten. Wenn man auf die jetzige Nomenklatur Rückſicht nimmt, ſo würde die Sättigungsfähigkeit in den Säuren ganz vom Radikal derſelben abhängen, in den Baſen aber faſt gänzlich von dem elektronegativen Körper abhängig ſeyn.

In den Säuren alſo, worin nach der allgemeinen Annahme der Sauerſtoff die Rolle des ſäuernden Princips

---

*) Am einfachſten und am meiſten bezeichnend iſt die jetzt allgemein in Deutſchland angenommene Nomenklatur der Salze. Es heißen nämlich diejenigen Salze, welche aus 1 Atom Säure und 1 Atom Baſis beſtehen, einfache oder auch neutrale; Ausnahmen hiervon machen die arſenikſauern und phosphorſauern Salze, welche einfach genannt werden, wenn ſie 1 Atom Säure und 2 Atome Baſis enthalten. Alle Salze aber, welche auf andere Weiſe zuſammengeſetzt ſind, werden durch Vorſetzung von ganzen oder gemiſchten Zahlen oder auch durch Brüche näher bezeichnet, wodurch die relative Anzahl der in dem Salze befindlichen Atome der Säure und Baſis ausgedrückt wird. Die Zahlwörter anderthalb, zweifach, dreifach, fünfſechſtel, ein Drittel, zwei Drittel, drei Viertel, vier Drittel, ein halb ꝛc. bedeuten ſonach, daß die Atome der Säure zu den Atomen der Baſis in den damit bezeichneten Salzen ihrer relativen Anzahl nach ſich verhalten wie 3:2 oder 1½:1, 2:1, 3:1, 5:6, 1:3, 2:3, 3:4, 4:3, 1:2 ꝛc.

ſpielt, würde nichts darauf ankommen, ob er in größerer oder geringerer Quantität vorhanden wäre, denn das Produkt würde denſelben ſauern Werth beſitzen, ſo lange die Menge des nicht ſäuernden Körpers ſich nicht verändert.

In den Baſen ferner, in welchen, wie man allgemein annimmt, der baſiſche Werth von den Metallen bedingt wird, würde es wenig ausmachen, ob dieſes mehr oder weniger baſiſch oder poſitiv wäre, indem das Produkt denſelben Werth behalten müßte, ſo lange die Sauerſtoffmenge ſich nicht veränderte.

884. Dieſe Folgerungen laſſen ſich aus den Benennungen herleiten, welche man jetzt allgemein angenommen, um die Salze in neutrale, ſaure oder baſiſche einzutheilen; wir wollen aber nun zeigen, daß dieſelben nichts weniger als richtig ſind. Wenn die Salze mit alkaliſcher Baſis, welche von jedem Beſtandtheil ein Atom erhalten, gegen Lakmus neutral reagiren, ſo ſind dagegen alle auf gleiche Weiſe zuſammengeſetzten Metallſalze mit Ausnahme der Blei- und Silberſalze ſauer.

Wenn man demnach von einem neutralen ſchwefelſauern Kupfer, oder einem neutralen ſalpeterſauern Zink ꝛc. ſpricht, ſo hängt dieß nicht etwa von den Eigenſchaften dieſer Salze ab, ſondern beruht vielmehr auf einer allgemein getroffenen Übereinkunft. Alle Oxyde dieſer Metalle bilden Salze, welche gegen das Lakmus ſauer reagiren, ſobald ſie nur im Waſſer auflöslich ſind. Wenn man die Menge der Baſis zu vermehren ſucht, ſo wird das Salz unauflöslich, und dann können diejenigen Eigenſchaften, welche ſich auf die Neutralität beziehen, nicht mehr beobachtet werden.

885. Man kann durch einen direkten Verſuch beweiſen, daß wirkliche Verſchiedenheiten in der Sättigungsfähigkeit verſchiedener Oxyde von gleichem Sauerſtoffgehalt Statt finden. Ein Beiſpiel hierzu liefert das ſalpeterſaure Silber, von welchem man eine ſo neutrale Auflöſung erhalten kann, daß es gegen Lakmus nicht reagirt, und woraus man das Silber durch viele Metalle abzuſcheiden im Stande iſt, ohne daß das Verhältniß zwiſchen der Säure und dem Sauerſtoff des Oxydes nur im Geringſten verändert wird.

Das neutrale, ſalpeterſaure Silber kann durch Kupfer, Queckſilber, Zink und Eiſen zerſetzt werden. Es läßt ſich dann das Atom Silber durch ein Atom von jedem dieſer Metalle erſetzen, allein die Auflöſung dieſer neuen Metallſalze iſt nun, anſtatt neutral, wie die des Silbers zu ſeyn, ſauer geworden. Man darf deshalb mit Gewißheit annehmen, daß das Silberoxyd eine mächtigere Baſis iſt als die übrigen Oxyde, wodurch es erſetzt worden iſt. Es giebt ſich hierdurch die Fähigkeit des Silberoxyds zu erkennen, Salze zu bilden, welche gegen Lakmus neutral reagiren, während die andern genannten Oxyde dieſe Eigenſchaft entbehren.

886. Zu derſelben Schlußfolgerung gelangen wir auch auf anderm Wege, wenn von der Zuſammenſetzung der Ammoniakſalze die Rede ſeyn wird.

Gay-Luſſac hat die Geſetze über die Zuſammenſetzung der Ammoniakſalze zuerſt aufgefunden; er betrachtet diejenigen als Neutralſalze, in welchen das Volum des Säureradikals zu dem Volum der Baſis wie 1:2 ſich verhält. Dieſe Salze entſprechen hinſichtlich ihrer Neutralität denjenigen, welche aus einem Atom Säure und einem Atom oxydirter Baſis beſtehen, welche letztere ſelbſt nur ein Atom Sauerſtoff enthält. Es iſt jedoch nicht wahrſcheinlich, daß alle Ammoniakſalze in gleichem Grade neutral ſind, und man darf wohl annehmen, daß ſie in dieſer Beziehung ſehr von einander verſchieden ſind. Um dieß zu beweiſen, darf man nur einen Blick auf die verſchiedenen Elemente werfen, woraus das ſogenannte neutrale chlorſaure und chlorwaſſerſtoffſaure Ammoniak zuſammengeſetzt iſt.

Neutrales chlorſaures Ammoniak =	1 Chlor 2,5 Sauerſtoff	geſättigt durch 2 Vol. Ammoniakgas.
Neutrales chlorwaſſerſtoffſaures Ammon. =	1 Chlor 1 Waſſerſtoff	geſättigt durch 2 Vol. Ammoniakgas.

Streicht man in beiden Salzen die gleichen Beſtandtheile, d. h. das Volum Chlor und die beiden Volume Ammoniak, ſo bleibt einerſeits 2,5 Vol. Sauerſtoff und andrerſeits nur 1 Vol. Waſſerſtoff, welche beiden Körper hinſichtlich ihrer elektriſchen Eigenſchaft einander gerade entgegengeſetzt

ſind. Demzufolge müßte alſo, damit beide Salze neutral wären, ein einziges Atom des elektropoſitivſten Körpers dieſelbe Säuerungscapazität beſitzen, wie 2,5 Atome des elektronegativſten Körpers, was aber nicht anzunehmen iſt.

Wir ſehen ferner, daß das chlorwaſſerſtoffſaure Ammoniak in ſehr vielen Fällen die Rolle einer Baſis ſpielt; es kann ſich mit dem Queckſilberchlorid verbinden, ſo wie das jodwaſſerſtoffſauere Ammoniak mit dem Queckſilberiodid eine Verbindung eingeht, und in beiden Fällen ſpielt ſowohl das chlorwaſſerſtoffſaure, ſo wie das iodwaſſerſtoffſaure Salz offenbar die Rolle einer Baſis. Andrerſeits ſehen wir, daß diejenigen Ammoniakſalze, welche durch ſehr ſauerſtoffreiche Säuren gebildet werden, wie z. B. durch Salpeterſäure ꝛc., ſich hinſichtlich ihres Geſammtverhaltens gewiſſen Salzen nähern, die ſich mit binären Verbindungen, welche gegen ſie die Rolle einer Baſis ſpielen, vereinigen können.

887. Zu demſelben Schluſſe gelangt man auch durch eine andere Betrachtung. Die Salze, obgleich ſchon Verbindungen, welche aus vielen Elementen beſtehen, ſind doch noch fähig ſich wieder unter einander zu verbinden. Welchen Begriff man ſich auch von den Kräften machen mag, durch welche die chemiſchen Verbindungen erzeugt werden, ſo muß man doch annehmen, daß der Sättigungszuſtand in den einfachen Salzen noch nicht eingetreten iſt, weil ſie noch die Fähigkeit beſitzen chemiſch auf einander einzuwirken.

Dieſer Sättigungszuſtand, ſo wie man ihn gewöhnlich betrachtet, würde alſo eine abſolute Indifferenz zwiſchen den vorhandenen Körpern zur Folge haben. Ein aus einer Säure und einer Baſis zuſammengeſetzter Körper kann entweder ſowohl den ſauern, als auch den baſiſchen Charakter noch beibehalten, je nachdem der eine der Beſtandtheile über den andern vorherrſcht, oder es kann jener auch vollkommen neutral ſeyn, wenn die Elemente ſich das Gleichgewicht halten. Im letztern Falle wird dann die Verbindung ſich nicht aufs Neue wieder chemiſch verbinden können, denn ſie würde dann gegen andere Körper, weder eine ſaure noch baſiſche Rolle ſpielen können, was jedoch unumgänglich nothwendig wäre.

Da nun alle Salze Doppelſalze bilden können, ſo iſt dadurch bewieſen, daß kein Salz vollkommen neutral iſt. So verbindet ſich z. B. das ſchwefelſaure Kali, obgleich es gegen Pigmente neutral ſich verhält mit der ſchwefelſauern Thonerde, um Alaun zu bilden und in dieſem Doppelſalze ſpielt offenbar das eine Salz ſaure und das andere baſiſche Rolle.

888. Aus dieſen Thatſachen muß man alſo ſchließen, daß es eigentlich keine wahrhaft neutralen Salze giebt, ſondern daß alle gleich den Oxyden und Chloriden in zwei verſchiedene Abtheilungen gebracht werden können. Es zeigt ſich jedoch, daß man einige als indifferent betrachten kann; allein dieſe Eigenſchaft geht weniger aus ihrem Miſchungsgeſetz hervor, als aus der Natur ihrer Säure oder Baſis.

Eine gute Klaſſifikation der Salze nach dieſer Anſicht würde ohne Zweifel der Wiſſenſchaft große Dienſte leiſten, allein welche Schwierigkeiten ſind noch zu überwinden, bevor wir dahin gelangen! — Welche Mittel werden wir anwenden, um den ſauern oder alkaliſchen Werth derjenigen Salze zu beſtimmen, welche man nicht im neutralen Zuſtand haben kann? Wie werden ſich dieſe Eigenſchaften in den unauflöslichen Salzen beſtimmen laſſen? Alle dieſe Fragen ſind für jetzt nur äußerſt ſchwierig zu beantworten. Es ſcheint übrigens aber, daß die Unterſuchung des elektriſchen Verhaltens der Salze unter ſich zu wichtigen Reſultaten führen kann.

Als Grundſatz muß bei dieſer Frage wenigſtens vorerſt angenommen werden, daß es keine eigentlichen neutralen Salze giebt, obgleich viele ſich gegen die gewöhnlichen Reagentien neutral zu verhalten ſcheinen. Wenn wir mithin das Wort neutral bei den Salzen gebrauchen; ſo iſt dieß mehr in Folge einer allgemeinen Übereinkunft, indem man diejenigen Salze ſo nennt, welche gegen 1 Atom Säure 1 Atom Sauerſtoff in der Baſis enthalten, und welche ſich dieſem neutralen Zuſtand, ſo weit es die Natur ihrer Elemente erlaubt, annähern, ohne ihn aber wirklich zu erreichen.

Wollen wir nun die allgemeinen Eigenſchaften der Salze unterſuchen, indem wir uns wie bereits erwähnt wurde auf die Sauerſtoffſalze beſchränken.

889. Phyſiſche Eigenſchaften. Alle Salze ſind ſtarr, und beſitzen die Fähigkeit zu kryſtalliſiren, wenn ſie vom tropfbaren in den ſtarren Zuſtand allmählig übergehen.

In Abſicht auf Farbe zeigen die Salze mannigfaltige Verſchiedenheiten. Die Metallſalze der erſten Abtheilung ſind mit Ausnahme der chromſauern ungefärbt. Im Allgemeinen gilt, daß ſobald das Oxyd und die Säure ungefärbt iſt, das Salz auch keine Farbe beſitzt; die Farbe dagegen variirt, wenn das Oxyd gefärbt iſt, wie folgende Tafel zeigt. Man erſieht übrigens hieraus und dieß iſt ein weſentlicher Punkt, daß die Salze mit gleicher Baſis faſt durchgängig dieſelbe Farbe haben.

Tabellariſche Überſicht der Farben verſchiedener Salze mit Ausnahme der chromſauern.

Zirkoniumſalze	weiß, bisweilen gelblich.
Thorſalze	weiß.
Aluminiumſalze	desgl.
Yttriumſalze	desgl.
Magneſiumſalze	desgl.
Calciumſalze	desgl.
Strontiumſalze	desgl.
Bariumſalze	desgl.
Kaliumſalze	desgl.
Natriumſalze	desgl.
Zinkſalze	desgl.
Zinnſalze	desgl.
Kadmiumſalze	desgl.
Baſiſche Eiſenoxydulſalze, gallertartig	grünlich weiß.
Neutrale Eiſenoxydulſalze, aufgelöſt oder kryſtalliſirt	Smaragdgrün.
dergl. gallertartig . .	grünlich weiß.
Baſiſche Eiſenoxydſalze	ockergelb.
Neutrale dergl. in Auflöſung und kryſtalliſirt	röthlich gelb.
Saure dergl.	ſehr wenig gefärbt.
Manganoxydulſalze	weiß.

Gewiſſe Manganſalze ſind . . .	violettroſenroth.
Chromſalze in Auflöſung . . .	grasgrün.
Antimonſalze	weiß, bisweilen gelblich.
Uranoxydſalze	gelb, ins Grünliche.
Titanſalze	weiß, etwas gelb.
Ceroxydulſalze	weiß.
Ceroxydſalze	gelb.
Saure oder neutrale Kobaltſalze .	violettroſenroth.
Baſiſche Kobaltſalze	veilchenblau.
Neutrale oder ſaure Wismuthſalze	weiß.
Tellurſalze	desgl.
Neutrale Kupferoxydſalze . . .	blau.
Saure dergl.	grün oder nur grünlich.
Baſiſche dergl.	blau oder grün.
Nickelſalze { aufgelöſt oder kryſtalliſirt	grün.
Nickelſalze { gallertartig	weißlich grün.
Neutrale oder ſaure Bleiſalze . .	weiß.
Baſiſche Bleiſalze { gallertartig .	weiß.
Baſiſche Bleiſalze { geſchmolzen .	gelb.
Neutrale oder ſaure Queckſilberoxydulſalze	weiß.
Baſiche Queckſilberoxydulſalze . .	graulich weiß od. gelblich.
Neutrale oder ſaure Queckſilberoxydſalze	weiß.
Baſiſche Queckſilberoxydſalze . .	gelb oder orange.
Neutrale Silberſalze	weiß.
Neutrale oder ſaure Rhodium- und Palladiumſalze	roſenroth.
Neutrale oder ſaure Goldoxydſalze	goldgelb.
Baſiſche Goldoxydſalze	gelblich.
Neutrale oder ſaure Platinoxydſalze	gelb oder orange.
Platinoxydulſalze	grünlich.
Iridiumſalze	roth oder blau, in Auflöſung.

890. Die Salze beſitzen nach dem Grade ihrer Auflöslichkeit einen mehr oder minder ſtarken Geſchmack. Die Unauflöslichen ſind geſchmacklos. Im Allgemeinen haben Salze von gleicher Baſis faſt beſtändig denſelben Geſchmack,

davon aber machen die Kali- und Natrumſalze ein Ausnahme. Der Geſchmack der Salze iſt oft ein wichtiges Kennzeichen, um die Baſis hiernach zu beſtimmen.

Geſchmack verſchiedener Salze.

Zirkonſalze	ſtyptiſch oder zuſammenziehend.
Thorſalze	desgl.
Yttererdeſalze	ſüß.
Beryllerdeſalze	ſüß.
Alaunerdeſalze	adſtringirend.
Magneſiaſalze	bitter.
Kalkſalze	ſtechend.
Strontianſalze	ſtechend.
Barytſalze	ſtechend.
Kaliſalze	verſchieden.
Natrumſalze	verſchieden.
Lithionſalze	verſchieden.
Bleiſalze	ſüß, ſcharf, ſtyptiſch.
Nickelſalze	ſüß, ſcharf, ſtyptiſch.
Ceriumſalze	ſüß, ſcharf, ſtyptiſch.
Salze, die nicht unter den Vorhergehenden aufgezählt ſind	Sehr ſcharf, ſehr zuſammenziehend, machen den Speichel ſtark fließen, und beſitzen einen ſo ſtarken und unangenehmen Geſchmack, daß derſelbe kaum zu ertragen iſt. Man nennt dieß den Metallgeſchmack.

Alle Salze ohne Ausnahme ſind ſchwerer als das Waſſer.

891. Chemiſche Eigenſchaften. Die chemiſchen Erſcheinungen, die man an den Salzen beobachtete, ſtehen faſt ſtets in genauem Zuſammenhang mit der Wirkung, welche das Waſſer auf dieſe Körper ausübt; wir müſſen deshalb letztere zuvor genau kennen lernen, ehe wir jene Erſcheinnungen näher betrachten. Das Waſſer löſt gewiſſe Salze auf, während andere dagegen unauflöslich in dieſer Flüſſigkeit ſind; während der Auflöſung finden verwickelte Phänomene Statt, von welchen wir eine Erklärung zu geben, verſuchen wollen. Löſt das Waſſer ein Salz auf, ſo wird ent-

weder die Temperatur deſſelben erhöht oder fällt. Wärme wird dann immer frei, wenn das Salz im waſſerloſen Zuſtande ſich befindet und ſich mit Waſſer verbinden kann. Im Gegentheil aber findet immer eine Temperatur-Erniedrigung Statt, wenn das Salz mit einer hinreichenden Menge Waſſers bereits verbunden iſt und ſich nur noch aufzulöſen ſtrebt. So erzeugt gebrannter Gyps beim Anmachen mit Waſſer Wärme, während ſchwefelſaure Magneſia während ihrer Auflöſung das Thermometer um mehrere Grade fallen macht *). Im erſten Fall verbindet ſich das Waſſer mit dem Salze, und im zweiten löſt es daſſelbe nur auf. Das Salz abſorbirt, indem es vom feſten in den tropfbaren Zuſtand übergeht, unter beiden Umſtänden Wärme, und wenn im erſten Fall die Temperatur ſteigt, ſo rührt es davon her, daß das Salz, indem es ſich mit Waſſer verbindet mehr Wärme erzeugt hat, als nöthig iſt um es vom ſtarren Zuſtand in den liquiden überzuführen, und dieſer Überſchuß kann durch das Gefühl wahrgenommen werden. Wenn das Salz im Waſſer ſich auflöſt, ſo rührt die Herabſtimmung der Temperatur davon her, daß das Salz behufs ſeiner Auflöſung Wärme abſorbirt.

892. Es giebt alſo Salze, welche Waſſer chemiſch gebunden enthalten. Dieſes gebundene oder Kryſtalliſationswaſſer iſt in allen Theilen des Kryſtalls verbreitet und beträgt bisweilen mehr als die Hälfte des Gewichtes. Dieſe Waſſermenge iſt für ein und daſſelbe Salz von der nämlichen Kryſtallform ſtets dieſelbe. Bisweilen aber enthalten die Salze auſſer dieſem Kryſtalliſationswaſſer noch etwas Waſſer, welches ſich zwiſchen den Lamellen des Kryſtalls befindet; es iſt dieß nicht reines Waſſer, ſondern eine geſättigte Salzlöſung, welche zwiſchen die Kryſtallblättchen im Moment der Kryſtalliſation eingeſchloſſen wurde. Dieſes Dekrepitionswaſſer iſt in den Salzen ſtets in weit geringerer Quantität vorhanden als das Kryſtalliſationswaſſer. Man ſieht leicht, ob Kryſtalle Kryſtalliſationswaſſer oder Dekrepi-

*) Ein anderes Beiſpiel dieſer Art liefert das ſchwefelſaure Natrum (Glauberſalz), welches im entwäſſerten Zuſtand mit Waſſer zuſammengebracht Wärme erzeugt; werden dagegen die waſſerhaltigen Kryſtalle deſſelben aufgelöſt, ſo wird die Temperatur erniedrigt. A. u. E.

tationswaſſer enthalten, wenn man ſie ſchnell einer höheren Temperatur ausſetzt. Im letztern Fall dekrepitiren oder verkniſtern ſie, ohne ihre Durchſichtigkeit zu verlieren, welche Erſcheinung ihren Grund darin hat, daß indem das dazwiſchen befindliche Waſſer in Dämpfe ſich verwandelt die Salztheile, welche ſich ſeinem Ausgang entgegenſetzen, zerreißt und fortſchleudert. Wenn die Kryſtalle chemiſch gebundenes Waſſer enthalten, ſo verlieren ſie daſſelbe im Feuer und werden trübe, oder ſie ſchmelzen in ihrem Kryſtalliſationswaſſer und kommen ſo in den wäſſrigen Fluß. Enthält ein Salz Kryſtalliſations- und Dekrepitations-Waſſer zugleich, ſo verkniſtert es nur ſchwach im Feuer und wird zugleich undurchſichtig. Es iſt übrigens nicht jederzeit leicht zu beſtimmen, ob ein Salz blos Kryſtalliſations-Waſſer enthält; man unterſucht dieß indem man das Salz pulveriſirt und dann zwiſchen feines Fließpapier preßt; dieſes bleibt trocken, wenn das Salz blos Kryſtalliſationswaſſer enthält, feucht aber wird es durch mechaniſch eingemengtes Waſſer. Es iſt aus dem Vorangegangenen klar, daß ſo oft das aufgelöſt werdende Salz ſich mit Waſſer verbindet, eine Wärmeerzeugung Statt haben wird, daß aber im Gegentheil Kälte entſteht, wenn es ſich nur im Waſſer auflöſt ohne eine innige chemiſche Verbindung damit einzugehen. Hierauf gründen ſich die kaltmachenden Miſchungen. Alle im Waſſer auflöslichen Körper wirken auf dieſelbe Weiſe wie die Salze.

893. Wenn man, ſtatt tropfbar flüſſiges Waſſer mit einem Körper zuſammen zu bringen, der eine ſtarke Anziehung zu demſelben beſitzt, Eis oder ſtarres Waſſer nimmt, ſo iſt die Erniedrigung der Temperatur noch bedeutender; die durch das Flüſſigwerden zweier ſtarren Körper erzeugte Kälte wird um ſo größer ſeyn, je ſchneller die Auflöſung vor ſich geht, und je bedeutender die Menge des aufgelöſten Körpers ſelbſt iſt. Die zerfließbaren Salze ſind diejenigen, welche ſich in größerer Menge und am ſchnellſten auflöſen; dieſe ſind es auch, welche am meiſten Kälte erzeugen.

Um künſtliche Kälte zu erzeugen, muß man im Allgemeinen folgende Bedingungen erfüllen: das Salz muß ſich mit ſo viel Waſſer verbinden, als es aufnehmen kann, außer-

dem würde im Gegentheil Wärme ſtatt der zu erzeugenden Kälte entſtehen; das Eis und das Salz müſſen beide ſehr fein zertheilt ſeyn und ſehr ſorgfältig und ſchnell unter einander gemiſcht werden. Die feine Zertheilung der Stoffe iſt deshalb nöthig, daß jedes Salz- und Eis-Theilchen einander ſo nahe als möglich kommen. Aus demſelben Grunde muß man auch die Maſſe ſo innig und ſchnell als möglich mengen, denn die Kälte erreicht ſo ihr Maximum, den Verluſt abgerechnet, welcher unfehlbar aus dem Streben aller Körper hervorgeht ein Gleichgewicht der Temperatur herzuſtellen. Statt gepulvertem Eis iſt es beſſer friſch gefallenen, trocknen Schnee zu nehmen, denn dieſer iſt ſehr fein zertheilt. Die Menge des zu nehmenden Salzes und Schnee's kommt hierbei auch in Betracht; man muß ſie ſo beſtimmen, daß beide flüſſig werden, ohne einen Überſchuß unaufgelöſt zu laſſen. Verſchiedene Proportionen geben auch weniger vortheilhafte Reſultate. Man macht das Gemenge in dünnen, die Wärme ſchlecht leitenden Gefäßen; thönerne und gläſerne Gefäße eignen ſich hierzu am beſten. Salz und Schnee werden in dünnen abwechſelnden Schichten über einander gebracht und nachher mit einer hölzernen Spatel wohl untereinander gerührt.

894. Will man mittelſt des Gemenges eine ſehr große Kälte erzeugen, ſo muß man die Stoffe vorher ſchon in eine ſehr niedrige Temperatur verſetzen; zu dem Ende bringt man ſie abgeſondert in Gefäße, welche vorher ſchon in kaltmachende Miſchungen geſtellt werden. Sobald das Gleichgewicht der Temperatur hergeſtellt iſt, ſo verfährt man damit wie oben erwähnt.

Man kann auf verſchiedene Weiſe künſtliche Kälte erzeugen, entweder indem man Salze in Waſſer oder verdünnten Säuren auflöſt, oder indem man Eis mit verdünnten Säuren behandelt, oder auch durch Auflöſen irgend eines Körpers in irgend einer Flüſſigkeit, vorausgeſetzt, daß dabei keine eigentlich chemiſche Verbindung Statt findet, was die entgegengeſetzte Wirkung hervorbringen würde.

Lowitz und Walker ſtellten über dieſen Gegenſtand viele Verſuche an; aus ihren Abhandlungen entlehnen wir folgende Angaben zur Erzeugung von künſtlicher Kälte.

Tabellariſche Überſicht der kaltmachenden Miſchungen.

Miſchungen von Salzen und Waſſer.		Sinken des Thermometers.
Salmiak	5 Thl.	v. + 10° auf — 12,22° c.
Salpeter	5 —	
Waſſer	16 —	
Salpeterſaures Ammoniak	1 —	v. + 10° auf — 13,88°
Kohlenſaures Natrum .	1 —	
Waſſer	1 —	
Salpeterſaures Ammoniak	1 —	v. + 10° auf — 15,55°
Waſſer	1 —	
Salmiak	5 —	v. + 10° auf — 15,55°
Salpeter	5 —	
Schwefelſaures Natrum	8 —	
Waſſer	16 —	

Miſchungen von Salzen und mit Waſſer diluirten Säuren.		Sinken des Thermometers.
Phosphorſaures Natrum	9 Thl.	v. + 10° auf — 6,11° c.
Salpeterſares Ammoniak	6 —	
Verdünnte Salpeterſäure	4 —	
Schwefelſaures Natrum	6 —	v. + 10° auf — 10°
Salpeterſaures Ammoniak	5 —	
Verdünnte Salpeterſäure	4 —	
Phosphorſaures Natrum	9 —	v. + 10° auf — 11,11°
Verdünnte Salpeterſäure	4 —	
Schwefelſaures Natrum	6 —	v. + 10° auf — 12,22°
Salmiak	4 —	
Salpeter	2 —	
Diluirte Salpeterſäure	4 —	
Schwefelſaures Natrum	3 —	v. + 10° auf — 16,11°
Verdünnte Salpeterſäure	2 —	
Schwefelſaures Natrum	8 —	v. + 10° auf — 17,77°
Salzſäure	5 —	

Miſchungen von Schnee und Salzen oder Alkalien, oder verdünnten Säuren.		Sinken des Thermometers.
Schnee	1 Thl.	v. 0° auf —17,77° c.
Kochſalz	1 —	
Chlorcalcium	3 —	v. 0° auf —27,77°
Schnee	2 —	
Kali	4 —	v. 0° auf —28,33°
Schnee	3 —	
Schnee	1 —	v. —6,66° auf —51°
Verdünnte Schwefelſäure	1 —	
Schnee od. geſtoßenes Eis	2 —	v. —17,77° auf —20,55°
Kochſalz	1 —	
Schnee	1 —	v. —17,77° auf —45,33°
Verdünnte Salpeterſäure	1 —	
Salzſaurer Kalk . .	2 —	v. —17,77° auf —54,44°
Schnee	1 —	
Schnee od. pulveriſirt. Eis	1 —	v. —20,55° auf —27,77°
Kochſalz	5 —	
Salmiak und Salpeter	5 —	
Schnee	2 —	v. —23,33° auf —48,88°
Verdünnte Schwefelſäure	1 —	
— — Salpeterſäure	1 —	
Schnee od. geſtoßenes Eis	12 —	v. —27,77° auf —31,66°
Kochſalz	5 —	
Salpeterſaures Ammoniak	5 —	
Salzſaurer Kalk . .	3 —	v. —40° auf —58,33°
Schnee	1 —	
Verdünnte Schwefelſäure	10 —	v. —55,55° auf —68,33°
Schnee	8 —	

895. Salze, welche eine bedeutende Menge Waſſer enthalten, verlieren daſſelbe in der Hitze; kommen in den wäſſrigen Fluß und trocknen in dem Maaße aus, als ſich jenes

verflüchtigt. Diejenigen Salze, welche zwiſchen den Kryſtallblättchen mechaniſch eingeſchloſſenes Waſſer enthalten, dekrepitiren mehr oder minder ſtark, indem das ſich verflüchtigende Waſſer die Salztheilchen, welche ſich ſeinem Ausgang entgegenſetzen, zerſprengt und umherſchleudert. Fährt man mit dem Erhitzen der Salze fort bis ſie ganz trocken geworden ſind, ſo kommen mehrere derſelben in den feurigen Fluß, vorausgeſetzt, daß ſie ſtark genug erhitzt werden und in dieſer Hitze nicht zerſetzbar ſind. In den feurigen Fluß kommen gewöhnlich ſolche Salze, welche aus ſehr ſchmelzbaren Säuren und Oxyden zuſammengeſetzt ſind.

Bei Beſchreibung der Gattungen und Spezien der Salze werden wir ſtets beſonders erwähnen, welche durch die Hitze zerſetzt oder nicht zerſetzt werden.

896. Wirkung der galvaniſchen Säule. Wenn man das elektriſche Fluidum auf ein angefeuchtetes oder aufgelöſtes Salz wirken läßt, ſo findet immer eine Zerſetzung deſſelben Statt. Iſt die Säule ſtark, ſo begiebt ſich die Säure in gewiſſen Fällen an den poſitiven, die Baſis aber an den negativen Pol; zuweilen aber wird das Oxyd ſelbſt zerſetzt, und das Metall geht allein an den negativen Pol, während ſich der Sauerſtoff des Oxydes und die Säure an den andern Pol begiebt.

Die Salze der zweiten Abtheilung, wenn ſie befeuchtet oder aufgelöſt ſind, verhalten ſich wie in dem erſtern angeführten Falle. Auf gleiche Weiſe wirkt die Säule auf die aufgelöſten Salze der erſten Abtheilung, allein alle Salze mit Ausnahme der der zweiten Abtheilung werden im befeuchteten Zuſtand von ſtarken Säulen ſo zerſetzt, daß das Metall ſich an den negativen und der Sauerſtoff des Oxydes ſich an den poſitiven Pol begiebt. Dieſe Wirkung wird etwas verändert, wenn die Säule ſchwach iſt; es laſſen ſich dann die Oxyde der Salze der erſten und ſelbſt die der dritten Abtheilung, wenn ſie aufgelöſt ſind, nicht mehr reduziren.

897. Man ſtellt dieſe Verſuche auf folgende Weiſe an: will man mit einem aufgelöſten Salz operiren und die Grundlage ſeiner Säure abſcheiden, ſo bringt man in eine Röhre die Salzauflöſung und in die andere reines Waſſer;

beide Flüſſigkeiten werden dann mittelſt eines befeuchteten Stückchens Amianth in Verbindung gebracht, dann führt man den poſitiven Pol in die eine und den negativen Pol in die andere Röhre. Iſt die Säule wirkſam, ſo tritt die Zerſetzung bald ein; am negativen Pol zeigt ſich freies Oxyd oder reduzirtes Metall; am poſitiven Pol dagegen findet ſich freie Säure vor, oder ſolche Produkte, welche aus deren Zerſetzung hervorgehen.

898. Wir wollen der Deutlichkeit wegen einige Beiſpiele anführen. Bringt man in zwei Gefäße, welche durch Amianth mit einander verbunden ſind, einerſeits Waſſer, andrerſeits eine Auflöſung von Glauberſalz, ſo erhält man Schwefelſäure am poſitiven und Natrum am negativen Pol.

Nimmt man aber ſtatt des ſchwefelſauern Natrums ſchwefelſaures Kupfer, ſo erhält man am poſitiven Pol Schwefelſäure und am negativen metalliſches Kupfer.

Wendet man eine ſtärkere Säule an, und nimmt zu den Verſuchen immer Salze der drei letzten Abtheilungen, ſo zeigen ſich wieder etwas veränderte Erſcheinungen. Die Säure ſelbſt wird zerſetzt; ſo erhält man z. B. bei Anwendung des ſalpeterſauern Silbers am poſitiven Pol Sauerſtoff und am negativen Stickſtoff und metalliſches Silber. Das ſchwefelſaure Silber giebt gleichfalls Sauerſtoff am poſitiven Pol, während an dem negativen ſich Schwefelſilber ablagert.

899. Becquerel zeigte, daß man dieſe Reſultate auch mit ſchwachen Säulen erzielen kann, wenn ſie lange in Wirkſamkeit erhalten werden. Auf ſolche Weiſe ſetzen ſich auch die Produkte in kryſtalliniſcher Form ab, wie ſich dieß auch aus der lang fortgeſetzten Wirkung leicht erklären läßt, denn es finden ähnliche Erſcheinungen ſtets Statt, wenn Körper allmählig in den feſten Zuſtand übergehen. Durch dieſe Apparate erzeugte Becquerel aber auch in vielen Fällen neue Verbindungen, deren Bildung man nicht vorherſah. Gewöhnlich reicht ſchon ein einfaches Plattenpaar hin, um dieſe neuen und merkwürdigen Reaktionen hervorzurufen. Becquerel fand ſogar, daß die aus zwei Metallen ſich entwickelnde Elektrizität oft noch zu viel Wirkſamkeit beſitzt und er nahm deshalb Kohle ſtatt des einen Metalls. Im Allgemei-

nen reicht faſt immer die Berührung zweier leitender Körper hin, um merkliche Zerſetzungen mit den Salzen der drei letzten Abtheilungen zu bewirken, wenn man überhaupt den Verſuch lange genug fortſetzt.

900. Wirkung der nichtmetalliſchen Körper. Das Chlor verwandelt die Oxydulſalze von Eiſen, von Zinn und Kupfer in Oxydſalze; daſſelbe bemächtigt ſich eines Theils des Metalls der Baſis und bildet ein Chlormetall. Der Sauerſtoff des reduzirten Metalls bewirkt eine höhere Oxydation des nicht zerſetzten Antheils des Oxyduls. Das Brom und das Jod werden ohne Zweifel ähnlich wirken wie das Chlor. Der Stickſtoff zeigt ſowohl in der Kälte als in der Wärme keine Einwirkung; der Waſſerſtoff, das Bor, der Kohlenſtoff, der Phosphor und der Schwefel wirken bei erhöhter Temperatur ſehr verſchieden auf die verſchiedenen Salze. Hiervon ſoll ſpäter bei näherer Betrachtung der einzelnen Arten von Metallen die Rede ſeyn.

Sogar bei gewöhnlicher Temperatur kann der Sauerſtoff auf einige Salze einwirken, wenn dieſe feucht oder aufgelöſt ſind; dagegen reagirt der Sauerſtoff trocken bei niedriger Temperatur auf kein Salz. Bald wirkt der Sauerſtoff auf die Säure, und dann bleibt der Sättigungszuſtand des neu erzeugten Salzes derſelbe, den das Salz urſprünglich hatte; bald wirkt aber auch der Sauerſtoff auf die Baſis und in dieſem Falle wird das Salz baſiſch. Das ſchwefelſaure neutrale Eiſenoxydul verwandelt ſich ſo in baſiſch ſchwefelſaures Eiſenoxyd, welches im Waſſer unauflöslich iſt.

901. Wirkung der Metalle. Was wir von der Wirkung der Metalle auf Salzauflöſungen ſagen werden, bezieht ſich nur auf die Metalle der vier letzten Abtheilungen; denn die Metalle der erſten Abtheilung wirken auf das Waſſer, welches das Salz aufgelöſt hält, verwandeln ſich dadurch in Oxyde und wirken dann nicht mehr als Metalle, ſondern als Salzbaſen. Die Wirkung der Metalle der zweiten Abtheilung iſt nicht bekannt. Übrigens werden die Salzlöſungen dieſer beiden erſten Abtheilungen nicht verändert durch die übrigen Metalle.

So verhält es ſich nicht mit den Salzen der vier letzten Abtheilungen. In dieſem Falle bemächtigt ſich häufig ein Metall, wenn es mit einem aufgelöſten Salze in Berührung gebracht wird, des Sauerſtoffs der Baſis und der Säure ſelbſt, indem dann das anfänglich im Salze vorhandene Metall ausgeſchieden wird.

Salze, deren Auflöſung nicht durch Metalle reduzirt wird.	Salze, deren Auflöſungen durch gewiſſe Salze reduzirt werden.		
Salze der zwei erſten Abtheilungen.	Zinnſalze		
	Antimon- —		
Manganſalze	Arſenik- —		
Zink- —	Wismuth- —		
Eiſen- —	Blei- —		
Chrom- —	Kupfer- *) —		
Kobalt- —	Tellur- —		
Cerium- —			
Uran- —	Salpeterſ.	wird durch Eiſen, Zink und alle voranſtehenden Metalle reduzirt.	werden durch Eiſen, Zink und vielleicht auch durch Mangan reduzirt.
Titan- —	Queckſilber.		
Nickel- —			
	Silberſ. **)		
	Palladiumſ.		
	Rhodiumſ.		
	Platinſalze	werden reduzirt durch Zink, Eiſen, Mangan, Kobalt und alle vor dem Silber ſtehenden Metalle.	
	Goldſalze		
	Osmiumſ.		
	Iridiumſ.		

902. Die analytiſche Chemie und ſelbſt die Künſte benützten dieſes Verhalten ſehr vortheilhaft, weshalb es faſt unerläßlich iſt, daſſelbe hier etwas gründlicher zu unterſuchen.

Wenn ein Metall die Eigenſchaft beſitzen ſoll ein anderes aus ſeinen Auflöſungen zu fällen, ſo muß es nothwen-

*) Das eſſigſaure Kupfer wird durch Blei reduzirt.

**) Das ſalpeterſaure Silber wird durch Kobalt reduzirt.

diger Weiſe eine größere Anziehungskraft als dieſes entweder zum Sauerſtoff beſitzen, oder zu den Säuern ſelbſt, wenn es ſchon oxydirt iſt. Dieſe Bedingung allein reicht aber noch nicht hin, denn es muß das fällende Metall auch gegen das gefällte poſitiv elektriſch werden, wenn beide mit einander in Berührung kommen. Verhielte es ſich anders, ſo würde vom Anfange der Fällung an die Wirkung unterbrochen und im entgegengeſetzten Sinne Statt haben, oder würde, richtiger geſagt, ſich gar nicht kund thun. Wenn man z. B. in eine Bleiauflöſung ein Stück Zinn brächte, ſo ſcheint es, als wäre das Zinn in Folge ſeiner größern Oxydirbarkeit fähig dem Blei ſeinen Sauerſtoff entziehen und es zu fällen. Wenn dieß nun geſchehen könnte, ſo müßte das Blei und das Zinn ein Element der galvaniſchen Säule bilden, in welchem erſteres poſitiv und letzteres negativ wäre. Das Blei würde dann den Sauerſtoff und die Säure anziehen und ſich demnach auflöſen, während das Zinn ſeinerſeits aus der Auflöſung gefällt werden würde.

Damit alſo eine Wirkung der Art beginnen könne, iſt es erforderlich, daß die fällenden Metalle mehr Neigung beſitzen ſich mit dem Sauerſtoff und den Säuern zu verbinden, als die gefällten Metalle; um aber eine fortdauernde Wirkung zu erzeugen, iſt es nothwendig, daß die fällenden Metalle gegen die gefällten poſitiv elektriſch werden.

903. Die Fällung der Metalle geſchieht aus etwas verdünnten wäſſrigen Auflöſungen, bisweilen müſſen ſolche auch etwas Überſchuß an Säure beſitzen, wenn die Einwirkung raſch vor ſich gehen ſoll. Außerdem muß das neue Salz auflöslich ſeyn, ſonſt würde der Erfolg bald aufhören.

Die gefällten Metalle ſtellen ſich entweder als Pulver, oder in Kryſtallen, oder als dünner Überzug dar. In den beiden erſten Fällen findet die Wirkung ununterbrochen Statt, im letzten Falle aber hört ſie bisweilen auf. Bringt man z. B. Eiſen in ſalpeterſaueres Silber, ſo bedeckt ſich das Eiſen mit einer ſehr dünnen Silberhaut, allein bisweilen hört das Eiſen auf zu wirken, und findet ſich ſogar gegen die Einwirkung der im Überſchuß zugefügten Säure geſchützt.

In dieſem Falle iſt dann das Eiſen weder mit der Silberauflöſung noch mit der freien Säure in Berührung. Das Silber ſelbſt, indem es auf der Oberfläche des Eiſens einen dünnen Überzug bildet, befindet ſich in einem elektro-negativen Zuſtand, in welchem es eine Zeit lang gegen die Wirkung der überſchüſſigen Salpeterſäure geſichert iſt. Auf ſolche Weiſe wirkt dieſe Säure ſelbſt in der Wärme längere Zeit nicht auf das Eiſen ein, wenn man der Flüſſigkeit etwas ſalpeterſaures Silber zufügt. Ähnliche Erſcheinungen zeigen ſich in allen den Fällen, wo man in den Künſten die Fällung der Metalle zum Verſilbern oder Vergolden des Kupfers oder Meſſings anwendet.

Wenn das gefällte Metall ſich als Pulver oder kryſtalliniſch abſetzt, ſo geht daraus hervor, daß die Wirkung andauert, und der Erfolg demnach keine Beſchränkung erleidet.

Zuweilen verbindet ſich das gefällte Metall mit dem fällenden; dieß findet immer dann Statt, wenn man die Fällung mittelſt Queckſilber bewirkt. Werden z. B. Silber- oder Goldſalze durch Queckſilber niedergeſchlagen, ſo erhält man ſtatt des reinen Goldes oder Silbers ſtets Amalgame, wovon das Silber als ſogenannter Dianenbaum ſehr ſchön in langen Nadeln kryſtalliſirt. Ähnlich ſcheint es ſich auch bei der Fällung der Silber- und Goldſalze durch Kupfer zu verhalten, denn das gefällte Gold und Silber wird mit etwas Kupfer legirt.

Das Blei präcipitirt ſich gewöhnlich in ſchönen blättrigen Kryſtallen; man erhält durch Zink, welches in eine Auflöſung von eſſigſauerm Blei gebracht wird, den ſogenannten Bleibaum. Das Silber ſetzt ſich oft in kryſtalliniſcher Form ab, allein bisweilen als dünner metalliſch glänzender Überzug, der kein kryſtalliniſches Anſehen hat. Das Kupfer ſcheidet ſich immer als metalliſch glänzende Maſſe von unbeſtimmter Form aus. Das Queckſilber wird als kleine Tropfen reduzirt. Alle übrigen Metalle werden ſtets als braunes oder ſchwarzes Pulver gefällt, an welchem man kaum metalliſche Eigenſchaften wahrnimmt.

904. Bei allen dieſen Fällungen bemächtigt ſich das angewandte Metall des Sauerſtoffs und der Säure, wäh-

rend das Metall des Salzes ſich ausſcheidet; die Wirkung iſt dann hiemit beendigt, wenn man das Experiment nicht weiter fortſetzt. Im entgegengeſetzten Fall bilden die zwei Metalle ein Element drr galvaniſchen Säule, welches auf das neu gebildete Salz einwirkt und es wiederum zerſetzt.

905. Wirkung der Baſen. Die Wirkung, welche die ſalzfähigen Baſen auf die Salze ausüben, wurde bisher nur in dem Falle genau unterſucht, wenn dieſe ſo wie das Oxyd ſelbſt aufgelöſt ſind. Alle Auflöſungen der fünf letzten Abtheilungen werden durch Kali, Natrum, Lithion, Baryt, Strontian und Kalk zerſetzt und dieſe Baſen bemächtigen ſich aller Säure des Salzes und fällen das Oxyd als Hydrat daraus, auf welches ſie nachher je nach den Eigenſchaften desſelben noch beſonders einwirken. Das Kali und Natrum löſen, wenn ſie Auflöſungen von Beryllerde, Thonerde, Zinkoxyd, Zinnoxyd, Antimon und Bleioxyd im Überſchuß zugeſetzt werden, die anfänglich erzeugten Niederſchläge wieder auf.

906. Wir äußerten bereits früher über dieſe wichtigen Reaktionen unſere Anſicht, die wir aber hier wiederholen wollen.

Jedes Salz, welches mit einer Baſis zuſammengebracht wird, ſucht dieſer einen Theil ſeiner Säure abzugeben. Es kann dieſer ſeine Säure ſogar ganz überlaſſen und eine vollſtändige Zerſetzung erleiden, wenn die Baſis des Salzes unlöslich und die neu hinzugefügte löslich iſt, und wenn außerdem noch das erſte Salz ſowohl, als das neu gebildete auflöslich iſt. Damit dieſe Reaktion vollſtändig Statt habe, dürfen ſich auch die Baſen nicht verbinden und kein auflösliches Doppelſalz bilden.

Das Kali fällt z. B. aus einer Kupferoxydauflöſung, Kupferoxydhydrat, während ſich ein auflösliches Kaliſalz bildet. Das freigewordene Kupferoxyd bleibt zwar mit etwas Kali verbunden, allein man kann dieß Reſultat als etwas Zufälliges betrachten.

Fügt man zu einem Thonerdeſalz Kali, ſo bildet ſich anfangs ein unlösliches baſiſches Thonerdeſalz; in dieſem Fall bemächtigt ſich alſo das Kali des größten Theils der Säure. Setzt man nun einen Kaliüberſchuß zu, ſo bemäch-

tigt ſich derſelbe aller Säure und die frei gewordene Thonerde löſt ſich dann in dem überſchüſſigen Kali auf. Die Verbindung zwiſchen Kali und Thonerde erzeugt ſich alſo hier in Folge einer Einwirkung, die von der Hauptreaktion unabhängig iſt.

Fügt man zu einem Magneſiaſalz Ammoniak, ſo erhält man einen Magneſianiederſchlag; allein ein Theil Magneſia bleibt noch mit der Säure verbunden und dieſes Magneſiaſalz vereinigt ſich mit dem neu gebildeten Ammoniakſalz; um ein Doppelſalz zu erzeugen. Ein Ammoniaküberſchuß wirkt nicht weiter auf dieſes Doppelſalz ein.

Gießt man Barytwaſſer in eine Auflöſung von ſchwefelſauerm Kali, ſo wird das Kali dadurch frei, indem ſich unauflöslicher ſchwefelſaurer Baryt bildet, der ſich niederſchlägt.

Dieſe ſämmtlichen Reſultate laſſen ſich aus denſelben Urſachen erklären, welche die meiſten chemiſchen Reaktionen erzeugen. In einem gegebenen Gemenge von Stoffen beſtimmt die relative Kohäſion gewiſſer Verbindungen ihre Bildung; nun aber ſind in den angeführten Fällen alle die ſich bildenden Verbindungen im Waſſer unauflöslich und dieſer Urſache verdanken ſie ihre Entſtehung.

907. Das Ammoniak iſt nach den Oxyden der erſten Abtheilung die ſtärkſte Baſis und zerſetzt auch gleich dieſen alle Salze der übrigen Abtheilungen, bemächtigt ſich der Säure derſelben und fällt gewöhnlich die Oxyde. Es bildet mit den Magneſiaſalzen Doppelſalze, indem es gleichzeitig einen Theil Magneſia präcipitirt, der ſich in einem Überſchuß von Ammoniak nicht wieder auflöſt. Die Zink-, Kupfer- und Nickelſalze werden durch Ammoniak gefällt, die Niederſchläge ſind aber in einem Überſchuß dieſer Baſis wieder auflöslich, indem ſich dann Doppelſalze bilden. Die Auflöſung des Kupferdoppelſalzes iſt ſchön himmelblau, des Nickelſalzes violett und des Zinkſalzes farblos. Das Ammoniak fällt die Kobaltſalze und bildet ein Doppelſalz, allein das Kobaltoxydhydrat iſt ſchwer in einem Überſchuß von Ammoniak auflöslich. Dieſe Baſis hat ferner eine große Neigung mit Silber Doppelſalze zu bilden. Mit den Platinſalzen bildet ſie ebenfalls Doppelverbindungen, die gelb

und wenig auflöslich ſind; dieß iſt auch der Fall mit den Rhodium-, Palladium- und Iridiumſalzen.

Die Magneſia folgt nach dem Ammoniak. Den übrigen ſalzfähigen Baſen läßt ſich kein beſtimmter Rang anweiſen, denn noch hat man in dieſer Beziehung keine genauen, entſcheidenden Verſuche angeſtellt. Man hat indeſſen beobachtet, daß die Oxyde, welche die Säuern am beſten neutraliſiren, zugleich auch diejenigen ſind, welche die meiſte Verwandtſchaft zu ihnen beſitzen; hieraus folgt, daß man unter den unlöslichen Oxyden, das Silberoxyd, Bleioxyd, Manganoxydul, Zinkoxyd und Eiſenoxydul als die ſtärkſten Baſen anſehen kann. Dieſe genannten Oxyde werden demnach einige, durch andere Baſen gebildete Salze zerſetzen können.

Die früher (775) gegebene Tabelle enthält in dieſer Beziehung alle allgemeinen Andeutungen, welche man aus Unterſuchungen entnehmen konnte, die über dieſen Gegenſtand angeſtellt worden ſind. Es iſt übrigens ſchwierig die Reſultate dieſer Art den Urſachen zuzuſchreiben, welche die vorerwähnten ſo genügend erklären. Die Zerſetzung des ſalpeterſauren Kupfers durch Silberoxyd iſt nur ſchwer als eine Wirkung der Auflöslichkeit zu erklären, da beide Oxyde unlöslich ſind und das ſalpeterſaure Kupfer weit auflöslicher iſt als das ſalpeterſaure Silber. In dieſem Falle ſcheinen alſo die chemiſchen Kräfte allein und ohne Mithilfe der relativen Kohäſion zu wirken, welche den Erfolg jener ſo häufig verwickelt macht.

908. Wirkung der Säuren. Wenn man eine Säure auf ein Salz gießt, ſo äußert ſie bisweilen keine Wirkung, häufig aber bemächtigt ſie ſich der Baſis, entweder ganz oder nur zum Theil, zuweilen jedoch ſelten vereinigt ſie ſich auch ganz mit dem Salze.

909. Eine Säure kann mit einer Salzlöſung zuſammen gebracht werden, ohne daß dieſe eine Veränderung erleidet. Dieß findet immer Statt, wenn man ein auflösliches Salz nimmt, deſſen Säure ſowohl als deſſen Baſis auflöslich iſt, und wenn ferner ſowohl die neu hinzugefügte Säure, als das ſich möglicherweiſe bildende Salz im Waſſer löslich iſt. Dieß iſt der Fall, wenn man Schwefelſäure in eine

Auflöſung von phosphorſauerm Natrum bringt, indem keine Erſcheinung anzeigt, daß die Säure auf das Salz reagirt hat. Es iſt denkbar, daß die Baſis ſich der beiden Säuren bemächtigt und ſaure Salze damit bildet. Man könnte auch annehmen, daß die neue Säure ſich den Atomen der Baſis nähern, wie wir dieß in der Einleitung weiter erörtert haben, ſo daß die Baſis gegen die beiden Säuren in einem Zuſtand des Gleichgewichts ſich befände. Es ſind dieß bloße Vermuthungen, um ſich dieſe Thatſache zu erklären, allein bis jetzt war man noch nicht im Stande auf experimentellem Wege die Frage zu entſcheiden.

910. Wenn ſich die Säure der Baſis eines Salzes gänzlich bemächtigt, ſo muß ſich die Säure deſſelben, entweder als unlöslich präzipitiren, oder als Gas entbinden, oder es muß ſich auch das neue Salz niederſchlagen, weil es ſelbſt unauflöslich iſt. So zerſetzt die Schwefelſäure die kohlenſauren Salze ſobald ſie in Kontakt mit dieſen kommt, und die Kohlenſäure entbindet ſich dann als Gas. Dieſelbe Säure zerſetzt die konzentrirten arſenichtſauern Salze, indem ſich die arſenichte Säure präcipitirt; ſie zerſetzt ferner alle Barytſalze und bildet unauflöslichen ſchwefelſauern Baryt.

Die Kohäſion und die Elaſtizität ſind demnach in den vorerwähnten Fällen die vorherrſchenden Urſachen der Reaktion, und man kann behaupten, daß eine Säure, deren Siedepunkt ſehr hoch iſt, alle übrigen Säuren aus ihren Salzen austreibt, welche einen niedrigern Siedepunkt beſitzen. Haben zwei Säuern einen ſich nähernden Siedepunkt, ſo treiben ſie ſich wechſelsweiſe aus, wenn man die eine den Salzen der andern im großen Überſchuß zufügt. So zerſetzt z. B. die im Überſchuß zugeſetzte Eſſigſäure die ſalzſauern Salze, und umgekehrt zerlegt die Salzſäure die eſſigſauern Salze, wenn ſie dieſen im Übermaaß zugefügt wird.

911. Wenn die Säure ſich eines Theils der Baſis bemächtigt, ſo entſtehen zwei neue ſaure Salze.

912. Wirkung der Salze. Man hat weit häufiger die Wirkungen der aufgelöſten Salze als die der trocknen auf einander ſtudirt. Findet der letztere Umſtand Statt, ſo weiß man nur, daß wenn zwei Salze mit einander ge-

glüht werden, welche durch wechſelſeitige Zerſetzung ein fixes und ein flüchtiges Salz bilden können, ſie ſich wirklich zerſetzen, indem ſich das erzeugte flüchtige Salz verflüchtigt.

Miſcht man zwei im Waſſer aufgelöſte Salze mit einander, welche durch ihre gegenſeitige Reaktion, entweder zwei unlösliche Salze oder auch nur ein ſolches bilden können, ſo erfolgt immer eine Zerſetzung, wobei dann die unauflöslichen Salze gefällt werden. Gießt man z. B. eine Auflöſung von ſchwefelſauerm Natrum in aufgelöſten ſalpeterſauern Baryt, ſo wird ſchwefelſaurer Baryt gefällt und ſalpeterſaures Natrum bleibt aufgelöſt.

Berthollet, der zuerſt den Einfluß der Kohäſion und der Elaſtizität bei der Wechſelwirkung der Körper nachgewieſen hat, leitete Regeln daraus ab, deren er ſich zur Erklärung der wechſelſeitigen Einwirkung der Salze bediente. In dem Falle, wo ſich ein unlösliches Salz bildet, iſt die Reaktion ſo rein und beſtimmt, daß kein Zweifel mehr übrig bleibt. Auf gleiche Weiſe verhält es ſich, wenn man zwei Salze mit einander erhitzt, welche ein flüchtiges neues Salz bilden.

913. Schwieriger iſt es, die Reſultate zu erklären, welche eine Folge der Reaktion zweier auflöslicher Salze iſt, die durch wechſelſeitige Zerſetzung wieder auflösliche bilden; hierher gehören z. B. ſalpeterſaures Kali und ſchwefelſaures Natrum.

Auch hier laſſen ſich noch die möglichen Zerſetzungen durch dieſelben Grundſätze erklären. Von den ſich möglicher Weiſe bildenden Salzen wird jedesmal das minder lösliche ausgeſchieden. Die verſchiedenen Bedingungen jedoch, unter welche die Auflöſung geſtellt werden kann, ſind leicht im Stande die Verhältniſſe der Löslichkeit und ſomit auch die Natur der Salze, welche ſich ausſcheiden werden, zu verändern. Die Reſultate dieſer Art laſſen ſich bis jetzt durchaus nicht vorausbeſtimmen. Man müßte zu dem Ende die relative Löslichkeit der Salze bei allen Temperaturen vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt kennen. Miſcht man z. B. Salpeter mit Glauberſalz, ſo bildet ſich gewöhnlich ſchwefelſaures Kali und ſalpeterſaures Natrum, weil von den vier

möglichen Salzen das letztgenannte das auflöslichſte und das ſchwefelſaure Kali das am wenigſten auflösliche iſt.

914. Um die Anſichten über dieſe ſo wichtigen Fragen feſter zu ſtellen, werden wir noch einige ähnliche Beiſpiele anführen. Nehmen wir an, man hätte z. B. Kochſalz mit Schwefelſäure oder Glauberſalz mit Salzſäure zuſammengebracht. Bei 14,7° C. iſt die Löslichkeit des Glauberſalzes und des Kochſalzes einander gleich, woraus folgt, daß bei dieſer Temperatur die Kräfte, welche das Glauberſalz und das Kochſalz zu erzeugen ſtreben, in Beziehung auf die Kohäſion gleich ſtark ſind. Die Natur der Verbindung, welche ſich während der Verdampfung bei dieſer Temperatur bildet, wird ſonach durch die Tendenz einer dieſer Säuren, ſich entweder mit dem Waſſer zu verbinden, oder Gasform anzunehmen, beſtimmt. Bei einer niedrigern Temperatur würde man ſchwefelſaures Natrum, bei einer höhern dagegen Kochſalz erhalten; denn erſteres iſt unterhalb 14,7° weniger als Letzteres löslich; über 14,7° verhält es ſich umgekehrt.

Fügt man ferner Kali einer Auflöſung von Kochſalz zu, oder giebt man Natrum in eine Auflöſung von ſalzſaurem Kali, ſo ſcheiden ſich beide Salze aus der Flüſſigkeit wenn man bei 26° C. abdampft, denn ſie ſind bei dieſer Temperatur gleich löslich. Hier beſchränken ſich nun die wirkenden Kräfte nur noch auf das Beſtreben des Natrums oder des Kalis ſich mit dem Waſſer zu verbinden, ein Beſtreben, welches man genau beſtimmt hat. Über 26° wird man Kochſalz und unterhalb dieſer Temperatur dagegen ſalzſaures Kali erhalten; wenigſtens läßt ſich dieß in dem vorliegenden Falle aus den Löslichkeitsverhältniſſen folgern.

915. Aus dem Geſagten geht hervor, daß man nicht beſtimmen kann, auf welche Weiſe in einer Auflöſung in der mehrere Säuren und Baſen vorhanden, dieſelben wirklich mit einander vereinigt ſind. Scheidet ſich eine Verbindung entweder durch Abdampfung oder durch Erkältung aus, ſo beweiſt dieſer Umſtand noch keines Weges, daß dieſelbe ſchon vorher gebildet war oder nicht; alles ſpricht dafür, daß dieſe im Augenblicke ihres Hervortretens erſt entſtanden iſt. Wenn

daher die Chemiker bei der Analyſe eines Mineralwaſſers die verſchiedenen darin enthaltenen Salze genau angeben, ſo geſchieht dieß nur in Folge von Vorausſetzungen, welche zwar die Erklärung der Thatſachen erleichtern, die aber keinesweges als abſolute Wahrheiten zu betrachten ſind.

916. Unſere Betrachtungen erſtreckten ſich bisher vorzüglich auf Salze, die ihre relative Löslichkeit nicht verändern und welche dem zufolge als nicht auf einander reagirend betrachtet werden; allein dieſe Annahme iſt nicht bei allen gültig: der ſchwefelſaure Kalk z. B. iſt in konzentrirten Auflöſungen von Kochſalz unlöslich, dagegen löſt er ſich in verdünnten Auflöſungen in größerer Menge auf, als ſelbſt in reinem Waſſer. Alle Salze können mehr oder minder ähnliche Veränderungen zeigen, und deshalb ſind die uns beſchäftigenden Erſcheinungen bis zu dem Grade verwickelt, daß man wohl ſchwerlich die ihnen zum Grunde liegenden Geſetze auffinden wird, ohne direkte Verſuche darüber anzuſtellen, wenn ſelbſt die Löslichkeit der einzelnen Salze in reinem Waſſer genau bekannt iſt.

917. Die Hauptreaktionen der Salze ſtehen alſo unter dem Einfluß von Kräften, deren Natur leicht ausgemittelt werden kann, und wovon ſich in Beziehung auf die allgemeinen Reſultate leicht Anwendung machen läßt. Auch dann noch, wenn die Natur des Auflöſungsmittels ſich verändert, ſind dieſe Anſichten noch anwendbar.

Der Alkohol von verſchiedener Stärke iſt für die Salze ein ſchwächeres Löſungsmittel als das Waſſer. Während nun gewiſſe Salze ganz unauflöslich im Alkohol ſind, ſo können andere wiederum ſich darin in beträchtlicher Menge auflöſen, wenn er nicht zu konzentrirt iſt. Gießt man Alkohol in ein Gemenge von ſalpeterſauerm Kalk und Chlorkalium, ſo erzeugt derſelbe einen Niederſchlag des erſtern, während das letztere aufgelöſt bleibt. Der Alkohol wirkt hier wie eine Temperaturveränderung bei den vorhin angeführten Fällen. Stets wird eine der möglichen Verbindungen durch ihre Kohäſion in Beziehung auf das gegenwärtige Löſungsmittel aus der Auflöſung abgeſchieden.

918. Aus dem Vorhergegangenen erſieht man, daß, wenn auch die allgemeinen Anſichten einfach ſind, ihre Anwendung doch genaue und ſo manchfache Kenntniſſe erfordert, daß man ſich nicht verwundern darf, wenn die über die Salze bis jetzt ſo häufig angeſtellten Unterſuchungen doch noch unzureichend ſind, um eine Anwendung der allgemeinen Anſichten auf beſondere Fälle zuzulaſſen.

919. Natürliches Vorkommen. Man findet in der Natur ſehr viele Salze; das am häufigſten vorkommende iſt der kohlenſaure Kalk, der einen Beſtandtheil der fruchtbaren Erde ausmacht, und woraus ferner der Marmor, die Kreide, manche Bauſteine ꝛc. beſtehen. Die natürlichen kieſelſauren Salze ſind gleichfalls weit verbreitet und bilden einen Hauptbeſtandtheil der Erdrinde. Die übrigen Salze kommen in kleinern Maſſen vor; es wird ſpäter bei der Beſchreibung der einzelnen Salzgattungen oder Arten die Rede davon ſeyn.

920. Bereitung. Salze, welche nicht in der Natur ſchon gebildet oder mit andern Stoffen verunreinigt vorgefunden werden, kann man auf folgende Weiſe bereiten:

1.) Alle Salze können durch direkte Vereinigung der Säuren mit den Baſen dargeſtellt werden.

2.) Man kann ſie ferner erhalten, indem man ihre kohlenſauren Salze mit einer Säure behandelt, wobei gewöhnlich die Kohlenſäure mit Aufbrauſen entweicht.

3.) Wenn das zu bereitende Salz unlöslich iſt, ſo kann man ſich daſſelbe durch doppelte Wahlverwandtſchaft verſchaffen; man miſcht in dieſem Falle zwei Salzlöſungen, welche durch ihre gegenſeitige Reaktion das unlösliche Salz erzeugen, welches man erhalten will. Wenn man z. B. kohlenſauren Baryt haben wollte, ſo darf man nur kohlenſaures Kali oder Natrum in eine Barytauflöſung bringen, wodurch dann ein Kali oder Natrumſalz gebildet wird, während kohlenſaurer Baryt ſich als Pulver niederſchlägt.

4.) Endlich kann man Salze bereiten, indem man Metalle mit Säuren behandelt; einige löſen ſich in der Kälte

andere in der Wärme auf. Auf dieſe Weiſe verſchafft man ſich faſt alle ſalpeterſauren und ſchwefelſauern Salze. In gewiſſen Fällen wird das Waſſer zerſetzt, ſein Sauerſtoff tritt an das Metall, der Waſſerſtoff entweicht und das gebildete Oxyd verbindet ſich mit der Säure; in andern Fällen wird die Säure ſelbſt zum Theil zerſetzt um das Metall zu oxydiren, und das gebildete Oxyd vereinigt ſich mit der nicht zerſetzten Säure.

921. Anwendung. Sehr viele Salze werden in den Künſten angewendet; wir werden ſpäter das Nöthige darüber ſagen.

Capitel XVI.

Hydrate.

922. Wir müſſen noch einige Worte über die Verbindungen ſagen, welche das Waſſer mit den Metalloxyden eingehen kann. Prouſt, der zuerſt die Aufmerkſamkeit der Chemiker darauf hinleitete, gab ihnen den Namen Hydrate, welcher bezeichnend für ihre Natur iſt. Heut zu Tage betrachtet man ſie als wahre Salze, in welchen das Waſſer die Rolle der Säuren ſpielt.

Beinahe alle Metalloxyde können ſich mit Waſſer verbinden. Das Kalium- und Natriumüberoxyd, welche das Waſſer zerſetzt, ſo wie die ſalzähnlichen Oxyde machen hiervon eine Ausnahme. Unter den Letztern finden ſich jedoch einige, welche ſich wirklich mit dieſer Flüſſigkeit verbinden können.

923. Die Verbindungen des Waſſers mit den Metalloxyden beſitzen alle Eigenſchaften der chemiſchen Gemiſche; bisweilen findet die Vereinigung unter Wärme- und ſelbſt unter Lichtentbindung Statt; es giebt hier ebenfalls beſtimmte, und zuweilen auch bei ein und demſelben Hydrat verſchiedene Miſchungsverhältniſſe. In manchen Fällen widerſtehen dieſe Produkte der Einwirkung des kräftigſten Zerſetzungs-Mittels. Z. B. das Bariumoxyd abſorbirt das Waſſer mit ſolcher Gewalt, daß es erglüht. Wird es im warmen Waſſer aufgelöſt, ſo ſondert es ſich beim Erkalten in Form von Kryſtallen aus, die aus Waſſer und Baryt beſtehen. Dieſe Kryſtalle verlieren im Feuer einen Theil ihres Waſſers, allein ſelbſt eine ſtarke Rothgluth kann es nicht gänzlich daraus entfernen. Der Rückſtand iſt ein anderes, aber eben ſo beſtimmt zuſammengeſetztes Hydrat, wie das Erſtere.

924. Die Hydrate ſind alle feſt; die der weißen Oxyde ſind ſelbſt weiß; die der farbigen Oxyde ſind zwar auch zuweilen weiß, allein gewöhnlich ſind ſie doch gefärbt. Ihre Farbe iſt gewöhnlich verſchieden von der Farbe der ſie bildenden Oxyde.

925. Alle Hydrate können durch Feuer zerſetzt werden, mit Ausnahme des Kali- und Natrumhydrats. Das Barythydrat widerſteht ſogar einer hohen Temperatur; das Strontianhydrat zerſetzt ſich leichter, obſchon es auch ein tüchtiges Feuer bedarf. Die Hydrate der drei letzten Abtheilungen zerſetzen ſich dagegen ſchon in einer ſehr niedrigen Temperatur; hierher gehören z. B. das blaue Kupferoxyd, welches ſchon bei 50° — 60° C., ſelbſt wenn man es nur im Waſſer erhitzt, ſchwarz wird, indem es ſein Waſſer verliert. Die Hydrate der Erden ſind gleichfalls leicht zerſetzbar und können deshalb nur mit Mühe rein erhalten werden, da ſich das Waſſer ſchon beim Trocknen daraus entfernt; einige derſelben finden ſich jedoch in der Natur vor.

Drei Hydrate, nämlich das Eiſenoxydul, das Manganoxydul und das Zinnoxydul zerſetzen ſich auf beſondere Weiſe. Erhitzt man dieſe, ſo zerſetzen ſie das Waſſer und bemächtigen ſich des Sauerſtoffs. Die erſten beiden gehen in ſalzähnliche Oxyde über, und das dritte verwandelt ſich in Zinnſäure, während der Waſſerſtoff ſich entbindet.

926. Bei der Einwirkung der galvaniſchen Säule, verhalten ſich die Hydrate wie die Oxyde.

927. Diejenigen Körper, welche fähig ſind, das Waſſer zu zerſetzen, wirken ſtets auf die Hydrate, ſelbſt auf diejenigen, welche die Wärme nicht verändert. So giebt z. B. das Kali- und Natrumhydrat mit Eiſen in der Weißglühhitze Waſſerſtoffgas und Kalium oder Natrium. Mit Kohle bildet ſich Kohlenoxyd, Kohlenwaſſerſtoff und Kalium.

928. Die Säuren zerſetzen die Hydrate der baſiſchen oder indifferenten Salze; es bilden ſich Salze und das Waſſer wird frei. Selbſt die Baſen zerſetzen häufig die Hydrate der ſauern Oxyde, indem ſich Salze bilden und das Waſſer ausgeſchieden wird.

929. Die Hydrate der erſten Abtheilung kann man mit Ausnahme des Kali's und Natrums direkte darſtellen; die übrigen erhält man meiſt, wenn man die reſpektiven Salze mit Kali, Natrum oder Ammoniak zuſammenbringt. Es ſetzen ſich dieſe Hydrate in Flocken ab, die man mit kaltem Waſſer ausſüßen und in freier Luft oder bei der Temperatur des ſiedenden Waſſers trocknen muß, wenn ſie überhaupt dieſe vertragen.

Die hydratiſchen Metallſäuern erhält man im flüſſigen Zuſtand, wenn man deren Salze durch ſtärkere Säuern zerſetzt.

Die beſtändigſten und die am leichteſten zu bereitenden Hydrate ſind gewöhnlich diejenigen, welche aus einem Atom Oxyd und zwei Atomen Waſſer beſtehen.

Capitel XVII.

Eigenſchaften der Salzgattungen, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuren gebildet werden.

930. Die Beſchreibung der Gattungen der Salze iſt äußerſt leicht, weil alle Eigenſchaften dieſer Körper in ſo unmittelbarer Beziehung zu den Reaktionen der ſie bildenden Säure und Baſis ſtehen, daß wenn dieſe bekannt ſind, es in den meiſten Fällen ſehr leicht iſt, jene vorher zu beſtimmen. Wir werden uns damit begnügen, dieſe Eigenſchaften nur überhaupt anzugeben, in der Überzeugung, daß wenn die Reſultate einmal bekannt ſind, hieraus ſich leicht die Theorie ableiten läßt. Bei einigen Säuren jedoch, welche Ausnahmen hiervon oder nur unſichere Kennzeichen darbieten, wird eine genauere Beſchreibung gegeben werden.

Die Gattungen, welche wir zu unterſuchen haben, zerfallen nach ihrer ſtöchiometriſchen Zuſammenſetzung in ſieben natürliche Gruppen.

	Der Sauerſtoff der Baſis verhält ſich zu dem der Säure wie
1te Gruppe.	
Überchlorſaure oder oxydirt chlorſaure Salze	1:7
2te	
Chlorſaure Salze	1:5
Bromſaure —	1:5
Jodſaure —	1:5
Salpeterſ. —	1:5
Unterſchwefelſ. —	1:5
3te	
Schwefelſaure Salze	1:3
Selenſaure —	1:3
Chlorichtſaure —	1:3
Jodichtſaure —	1:3
Unterſalpetrichtſ. —	1:3
Borſaure —	1:3
Kieſelſaure —	1:3

Der Sauerſtoff der Baſis verhält ſich zu dem der Säure wie		Der Sauerſtoff der Baſis verhält ſich zu dem der Säure wie	
4te		6te	
Phosphorſaure Salze Arſenikſaure —	1:2,5	Phosphorichtſ Salze . Arſenichtſaure — .	1:1,5
5te		7te	
Schweflichtſaure — Selenichtſaure — Kohlenſaure —	1:2	Unterſchweflichtſaure — Unterphosphorichtſ. —	Die Zuſammenſetzung iſt noch nicht genau bekannt.

Wir wollen nun dieſe Gruppen in Bezug auf ihre Zuſammenſetzung, ihre phyſikaliſchen oder chemiſchen Eigenſchaften, ihr natürliches Vorkommen und ihre Bereitung betrachten; obgleich aber die Ordnung, in welcher wir ſie aufzählten, die angemeſſenſte iſt, ſo werden wir dieſelbe zur Erleichterung unſerer Unterſuchung hier doch nicht befolgen. Wir bemerken übrigens noch, daß nur diejenigen Salze eigentlich mit einander verglichen werden können, welche wir unter einer und derſelben Gruppe aufgeführt haben.

Chlorſaure Salze. (Chlorates.)

931. Zuſammenſetzung. Die neutralen chlorſauern Salze ſind ſo zuſammengeſetzt, daß die Sauerſtoffmenge der Baſis zu der der Säure ſich wie 1:5 verhält.

Stellen wir ihre Zuſammenſetzung nach Atomen dar, ſo haben wir:

Baſis = { 1 At. Metall
1 At. Sauerſtoff }

Säure = { 2 At. Chlor
5 At. Sauerſtoff }

932. Eigenſchaften. Alle chlorſauern Salze werden im Feuer zerſetzt, ſelbſt ſchon unter der Rothglühhitze; die der zweiten Abtheilung werden in Sauerſtoff, Chlor und Oxyd verwandelt, und die der übrigen Abtheilungen in Sauerſtoff und in Chloride.

Es läßt ſich ſchon vorausſehen, daß die chlorſauern Salze bei höherer Temperatur alle brennbaren Körper, wel-

che ſich mit Hilfe der Wärme oxydiren können, verbrennen müſſen, weil ſie durch das Feuer leicht zerſetzt werden und Sauerſtoff entlaſſen. Nur Jod, Brom, Chlor, Stickſtoff und die Metalle der letzten Abtheilung werden durch die chlorſauern Salze nicht oxydirt, weil dieſe Körper überhaupt, bei welcher Temperatur es auch immer ſey, ſich mit Sauerſtoff nicht direkte verbinden. Mehrere dieſer Verbrennungsprozeſſe ſind von Licht- und Wärmeentwicklung begleitet.

Es iſt ſogar nicht einmal immer nöthig die Gemenge von chlorſauern Salzen und brennbaren Körpern einer höhern Temperatur auszuſetzen; es giebt deren mehrere, welche durch einen plötzlichen Stoß detoniren; hierher gehören Gemenge von chlorſaurem Kali mit Schwefel, Schwefelantimon, Phosphor, Kohle, vegetabiliſchen und animaliſchen Stoffen, die man gewöhnlich mit dem Namen Knallpulver bezeichnet. Die aus dieſen Verpuffungen entſtehenden Produkte laſſen ſich leicht vorherbeſtimmen.

Alle chlorſauern Salze ſind im Waſſer löslich, ausgenommen das chlorſaure Queckſilberoxydul; ihre Auflöſung wird nicht durch ſalpeterſaures Silber getrübt.

Die ſtarken Säuren zerſetzen die chlorſauren Salze, allein die die Zerſetzung begleitenden Erſcheinungen ſind verſchieden, je nachdem man ſchnell oder langſam erhitzt. Gießt man Schwefelſäure in ein aufgelöſtes chlorſaures Salz und kocht das Gemiſch ſchnell, ſo entſteht ein ſchwefelſaures und überchlorſaures Salz, indem ſich zugleich Sauerſtoff und Chlor entbindet, es wird hierbei die frei gewordene Portion Chlorſäure wegen der Erhöhung der Temperatur zerſetzt. Setzt man dagegen das Gemiſch einer gelinden Wärme aus, ſo entbindet ſich viel Chloroxydgas und nur äußerſt wenig Chlor und Sauerſtoff.

933. Bereitung. Bis jetzt fand man noch kein chlorſaueres Salz in der Natur vor. Um ſie zu bereiten leitet man einen großen Überſchuß von Chlor durch die in Waſſer aufgelöſten oder blos darin aufgeſchlemmten Baſen, oder bringt die Chlorſäure direkte mit den Baſen zuſammen.

Überchlorſaure Salze. (Perchlorates.)

934. Zuſammenſetzung. Der Sauerſtoff der Baſis in dieſen Salzen verhält ſich zu dem der Säure wie 1:7 *)

Ihre Zuſammenſetzung in Atomen dargeſtellt iſt demnach:

$$\text{Baſis} = \left\{ \begin{array}{l} \text{1 At. Metall} \\ \text{1 At. Sauerſtoff} \end{array} \right.$$

$$\text{Säure} = \left\{ \begin{array}{l} \text{2 At. Chlor} \\ \text{7 At. Sauerſtoff} \end{array} \right.$$

935. Eigenſchaften Das oxydirt chlorſaure Kali iſt bis jetzt das einzige Salz dieſer Gattung, womit einige Verſuche angeſtellt worden ſind. Wird es in einer Retorte bis auf 200° erhitzt, ſo verwandelt es ſich in Sauerſtoff und Chlorkalium.

Mit den meiſten brennbaren Körpern detonirt es nur ſchwach. Die überchlorſauren Salze ſind überhaupt Verbindungen, die weit weniger der Zerſetzung unterworfen ſind, als die chlorſauern. Das überchlorſaure Kali iſt im kalten Waſſer ſehr wenig löslich, dagegen aber iſt es im kochenden Waſſer ſehr auflöslich. Mit Schwefelſäure behandelt, läßt es ſeine Säure bei ungefähr 140° fahren.

Chlorichtſaure Salze oder Oxyd-Chloride. **) (Chlorites.)

936. Dieſe Salze werden gebildet, wenn man, wie oben (786) gezeigt wurde, Chlor bei gewöhnlicher Temperatur mit Oxydhydraten in Berührung bringt. In den chlorichtſauern Salzen verhält ſich der Sauerſtoff der Säure zu dem der Baſis wie 1:3 mithin beſtehen ſie aus

$$\text{1 At. Oxyd} = \left\{ \begin{array}{l} \text{1 At. Metall} \\ \text{1 At. Sauerſtoff} \end{array} \right.$$

$$\text{1 At. Säure} = \left\{ \begin{array}{l} \text{2 At. Chlor} \\ \text{3 At. Sauerſtoff} \end{array} \right.$$

---

*) Berzelius nimmt nur 1 : 6 an, weil für jenes Verhältniß durchaus keine Analogie ſpricht, was dagegen bei dieſem der Fall iſt, da z. B. die borſauern Salze ähnlich zuſammengeſetzt ſind. A. u. E.

**) Dieſe Verbindungen wurden ehedem Chlormetalloxyde genannt, wie z. B. Chlorkalk, Chlorkali ꝛc.

Die chlorichtſauern Salze ſind bis jetzt noch nicht für ſich allein dargeſtellt worden, ſondern ſtets in Verbindung mit Chloriden und zwar in dem Verhältniß, daß auf ein Atom der erſtern, wenigſtens drei Atome der letztern kommen. Dieſer Umſtand hat bis jetzt die zum Behufe ihrer nähern Kenntniß angeſtellten Unterſuchungen bedeutend erſchwert, und dient auch zur Erklärung einiger ihrer Eigenſchaften.

937. Eigenſchaften. Die neutralen chlorichtſauern Salze kennt man nur im Zuſtand wäſſriger Auflöſungen. Das chlorichtſaure Natrum kann man jedoch im feſten Zuſtand erhalten, wenn man die Auflöſung bei abgehaltener Luft ſchnell abdampft. Dieſe trocknen chlorichtſauren Salze ſind noch nicht unterſucht worden, während dagegen deren Auflöſungen ſehr genauen Unterſuchungen unterworfen wurden. Die chlorichtſauern Salze ſcheinen alle auflöslich zu ſeyn und ihre Auflöſungen haben alle einen eigenthümlichen Geſchmack, der dem Geſchmacke der Metallauflöſungen ähnlich iſt.

Werden ſie der Einwirkung der Wärme unterworfen, ſo zerſetzen ſie ſich. Erwärmt man allmählig, ſo entbindet ſich anfangs eine merkliche Menge Chlor, die jedoch im Ganzen unbedeutend iſt; ſpäter nimmt die Gasentwicklung zu und man erhält Sauerſtoff mit etwas Chlor. Iſt die Flüſſigkeit endlich bis zum Kochen erhitzt worden, ſo geht die Sauerſtoffentbindung noch raſcher vor ſich und hält eine Zeit lang an. Gegen das Ende der Einwirkung entbindet ſich nur noch wenig Sauerſtoff, und um denſelben ganz zu gewinnen, iſt ein lange fortgeſetztes Sieden nöthig.

Der ſo entbundene Sauerſtoff kommt nicht ganz der in dem chlorichtſauern Salze enthaltenen Menge gleich; analyſirt man den Rückſtand, ſo findet man ein chlorſaures Salz in demſelben, deſſen Menge dem Sauerſtoffquantum entſpricht, welches beim Kochen des chlorichtſauern Salzes noch zurückgehalten wurde. Nach **Morin** läßt ſich dieſe Reaktion folgendermaſſen darſtellen.

Angewendete Atome.

9 At. chlorichtſ. Salz = { 9 At. Oxyd = { 9 At. Metall, 9 At. Sauerſtoff }; 9 At. Säure = { 18 At. Chlor, 27 At. Sauerſtoff } }

Erzeugte Atome.

24 At. Sauerſtoff

7 At. Chlorid = { 7 At. Metall, 14 At. Chlor }

2 At. chlorſ. Salz = { 2 At. Oxyd = { 2 At. Metall, 2 At. Sauerſtoff }; 2 At. Säure = { 4 At. Chlor, 10 At. Sauerſtoff } }

Zum richtigen Verſtändniß dieſes Reſultats müſſen wir noch bemerken, daß die 9 Atome des angewendeten chlorichtſauern Salzes urſprünglich mit 27 Atomen Chlormetall gemengt waren, die ſich in dem Rückſtand wieder vorfinden und mit den aufs Neue gebildeten 7 Atomen Chlorid ſich vereinigen. Der Rückſtand beſteht demnach aus 34 At. Chlormetall und 2 At. chlorſaurem Salz, oder die Atome des erſteren verhalten ſich zu denen des letzteren wie 17 : 1.

So verhält es ſich wenigſtens bei dem chlorichtſauern Kalk und Kali und wahrſcheinlicher Weiſe auch bei den übrigen chlorichtſauern Alkalien.

938. Man hat nicht immer nöthig die Temperatur zu erhöhen, um die Zerſetzung zu bewerkſtelligen, bisweilen findet ſolche ſchon bei gewöhnlicher Temperatur Statt, da die chlorichtſauern Salze äußerſt unbeſtändig ſind. Bei chlorichtſauerm Silber z. B. zeigt ſich ſelbſt in der Kälte eine ſehr raſche Reaktion; das chlorichtſaure Salz zerſetzt ſich, es entbindet ſich dabei aber kein Gas, ſondern es fällt viel Chlorſilber nieder, während zugleich chlorſaures Silber in der Auflöſung bleibt. Nach Berzelius läßt ſich dieſe Reaktion folgendermaſſen darſtellen.

Angewendete Atome.

3 At. chlorichtſ. Salz =	3 At. Oxyd =	3 At. Silber 3 At. Sauerſtoff
	3 At. Säure =	6 At. Chlor 9 At. Sauerſtoff

Erzeugte Atome.

1 At. Chlormetall =	1 At. Silber 2 At. Chlor

2 At. chlorſ. Salz =	2 At. Oxyd =	2 At. Silber 2 At. Sauerſtoff
	2 At. Säure =	4 At. Chlor 10 At. Sauerſtoff

Dieſe Reaktion könnte auch einer dritten Hypotheſe über die Natur der chlorichtſauern Salze, die lange als Chlormetalloxyde betrachtet wurden, zur Grundlage dienen. Man kann ſie nämlich auch als Verbindungen betrachten, die aus 2 Atomen chlorſauerm Salz und 1 At. Chlormetall beſtehen. Die meiſten Erſcheinungen in ihrem Verhalten ſtehen mit dieſer Annahme im Einklange.

939. Die Schwefelſäure, Salpeterſäure und Phosphorſäure ſcheiden die chlorichte Säure aus ihren Verbindungen, wenn man ſie auf reine chlorichtſaure Salze gießt. Da aber dieſe Säure ſehr wenig beſtändig iſt, ſo zerſetzt ſie ſich im freien Zuſtand ſchnell. Die ſchweflichte, phosphorichte und ähnliche Säuren verwandeln die chlorichtſauern Salze in Chlormetalle, indem ſie ſelbſt durch Aufnahme von Sauerſtoff in Schwefelſäure, Phosphorſäure ꝛc. übergehen. Auch die Wirkung der Schwefelwaſſerſtoffſäure, der Jodwaſſerſtoffſäure, der Bromwaſſerſtoffſäure ꝛc. läßt ſich vorher beſtimmen; es wird Waſſer, ein Chlormetall und Schwefel, Brom oder Jod gebildet. Mit Chlorwaſſerſtoffſäure erhält man Waſſer und Chlor. Nach *Berzelius* wirken die Metalloxyde ganz eigenthümlich auf die chlorichtſauern Salze, und dieſe Wirkung äußern vorzüglich diejenigen Oxyde, welche den Sauerſtoff aus dem oxydirten Waſſer austreiben. Z. B. das Silberoxyd verwandelt dieſe Salze augenblicklich in Chlormetalle, während es ihren Sauerſtoff zugleich frei macht.

940. Die neutralen chlorichtſauern Salze ſcheinen auf Pflanzenfarben nicht zu wirken; ſobald dieſelben aber nur im Geringſten ſauer ſind, ſo zerſtören ſie dieſelben auf der Stelle. Es wirkt hier die chlorichte Säuren, ſowohl mittelſt ihres Sauerſtoffs, als auch durch ihr Chlor, indem letztere das Waſſer zerſetzt und den Sauerſtoff deſſelben frei werden läßt. Die Pflanzenſubſtanz ſcheint demnach der Wirkung des Sauerſtoffs in dem Momente, wo dieſer in Gaszuſtand übergeht, ausgeſetzt zu ſeyn; derſelben bemächtigt ſich dann eines Theils ihres Kohlenſtoffs und Waſſerſtoffs und verändert ſo deſſen Beſchaffenheit ganz.

Wenn das chlorichtſaure Salz, ſtatt rein zu ſeyn, mit Chlormetall vermengt iſt, ſo können die Erſcheinungen auch auf andere Weiſe erklärt werden. Gießt man eine Säure auf ein ſolches Gemenge, ſo tritt die chlorichte Säure ihren Sauerſtoff an das Metall des Chlorides ab, woher alſo eine neue Menge Oxyd entſteht. Das Chlor der chlorichten Säure, ſo wie das des Chlorides wird nun frei, woraus hervorgeht, daß ein Gemenge von chlorichtſauerm Salz und Chlorid gerade ſo wirkt, wie eine Verbindung von Chlor und Oxyd.

941. Sogar die Kohlenſäure ſcheint die chlorichtſauern Salze zerſetzen zu können; wenigſtens zerſetzt ſie die mit Chlormetallen gemengten chlorichtſauern Salze und entbindet Chlor. Der Einwirkung der Kohlenſäure ſchreibt man das Bleichen im Großen mittelſt chlorichtſauerm Kalk zu. Man weiß nämlich, daß die Auflöſung des ſogenannten Chlorkalks, ein Gemenge von chlorichtſauerm Kalk und Chlorcalcium, bei Ausſchluß der Luft ſelbſt die unbeſtändigſten Pflanzenfarben nicht zu zerſtören vermag. Sobald aber atmosphäriſche Luft oder vielmehr deren Kohlenſäure mit in Berührung kömmt, ſo zerſtört jene Auflöſung ſogar die haltbarſten Farben äußerſt ſchnell. Die Einwirkung der Kohlenſäure auf die mit Chloriden gemengten chlorichtſauern Salze begreift man leicht, wenn man ſich an die ſchnelle Wirkung erinnert, welche die chlorichte Säure ſelbſt auf die Chlormetalle äußert. Es iſt hier klar, daß in dem Augenblicke, wo die chlorichte Säure frei zu werden ſtrebt, das Metall des

Chlorides ſich ihres Sauerſtoffs bemächtigt, wodurch das frei gewordene Chlor ſich entbindet, und die Baſis des chlorichtſauern Salzes wird dann in doppelt kohlenſaures Salz verwandelt. Iſt das Gemenge mit einer organiſchen Subſtanz in Berührung, ſo iſt die Einwirkung noch raſcher, denn das Chlor, anſtatt ſich zu entbinden, geht in Chlorwaſſerſtoffſäure über und dieſe reagirt kräftig auf das noch vorhandene chlorichtſaure Salz. Daher rührt es, daß eine neue Menge Chlor, welche in Säure übergeht, eine dem erſten Quantum gleiche Menge chlorichtſaures Salz zerſetzt, u. ſ. f. Dieß geht vor, wenn man unreine chlorichtſaure Salze zum Bleichen oder zur Reinigung der verdorbenen Luft anwendet.

Wenn man die mit Chloriden vermengten chlorichtſauern Salze aufbewahren will, ſo müſſen ſie wohl gegen den Zutritt der Luft und des Staubes verwahrt werden; ohne die Beobachtung dieſer Vorſichtsmaaßregel verwandeln ſie ſich in Folge der Einwirkung der in der Luft enthaltenen Kohlenſäure und der organiſchen Stoffe, die als Staub in derſelben ſchweben, in Chlormetalle.

942. Natürliches Vorkommen und Bereitung. Die chlorichtſauern Salze finden ſich nirgends in der Natur; man erhält ſie, wenn man hydratiſche oder im Waſſer aufgelöſte Baſen mit Chlor zuſammenbringt. Wir werden bei der Bereitung des chlorichtſauern Kalks, Natrums und Kalis in einem beſondern Kapitel ausführlicher davon ſprechen

Bromſaure Salze. (Bromates.)

943. Zuſammenſetzung. In den neutralen bromſauern Salzen verhält ſich die Menge des Sauerſtoffs der Baſis zu der Sauerſtoffmenge der Säure wie 1 : 5 und dieß giebt in Atomen

1 At. Baſis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

1 At. Säure = { 2 At. Brom, 5 At. Sauerſtoff }

944. Eigenſchaften. Werden die bromſauern Salze einer ſtarken Hitze ausgeſetzt, ſo verwandeln ſie ſich in Bro-

mide und ihr Sauerſtoff wird frei. Im Allgemeinen verhalten ſie ſich faſt ganz wie die chlorſauern Salze. Das bromſaure Silberoxyd und Queckſilberoxydul iſt unlöslich.

Jodſaure Salze. (Iodates.)

945. Zuſammenſetzung. In den iodſauern Salzen verhält ſich der Sauerſtoff der Baſis zu dem der Säure der Quantität nach wie 1 zu 5; ſie beſtehen nach Atomen aus:

Baſis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

Säure = { 2 At. Jod, 5 At. Sauerſtoff }

946. Eigenſchaften. Gleichwie die chlorſauern Salze werden auch die iodſauern Salze durch das Feuer bei Dunkelrothglut zerſetzt; ſie entlaſſen beinahe ſämmtlich den Sauerſtoff und das Jod, indem die Säure zerſetzt und das Oxyd frei wird. Das iodſaure Kali, Natrum, Lithion, der iodſaure Kalk und mehrere andere verwandeln ſich in Jodmetalle und entbinden nur allein ihren Sauerſtoff. Da ſie durch Feuer zerſetzt werden, ſo läßt ſich auch vorausſehen, daß die nach Sauerſtoff begierigen Körper eine gleiche Wirkung auf ſie äußern.

Das jodſaure Kali und Natrum ſind im Waſſer ſchwer löslich, andere Salze dieſer Gattung ſind dagegen ganz unlöslich.

Die Schwefelſäure, Salpeterſäure und Phosphorſäure entziehen bei gewöhnlicher Temperatur einigen jodſauern Salzen einen Theil ihrer Baſis; aber die ſchweflichte Säure, ſo wie der Schwefelwaſſerſtoff, zerſetzen ſie auf der Stelle, indem ſie ſich des Sauerſtoffs bemächtigen und das Jod frei machen. Anders wirkt die Chlorwaſſerſtoffſäure: es bildet ſich Waſſer, Chlor entbindet ſich und man erhält außerdem noch ein Jodunterchlorid und ein chlorwaſſerſtoffſaures Salz.

947. Natürliches Vorkommen und Bereitung. Die jodſauern Salze kommen nicht in der Natur ſchon gebildet vor; man bereitet ſie, indem man Jod mit

aufgelöſten Baſen in Berührung bringt, oder wenn man die Jodſäure mit den Baſen direkte vereinigt, oder endlich durch doppelte Wahlverwandtſchaft.

Jodichtſaure Salze. (Iodites.)

948. Zuſammenſetzung. Der Analogie nach darf man ſchließen, daß die iodichtſauern Salze beſtehen aus:

1 At. Baſis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

1 At. Säure = { 2 At. Jod, 3 At. Sauerſtoff }

wenn man nämlich annimmt, daß die iodichte Säure der chlorichten Säure ſowohl hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung, als auch hinſichtlich ihrer Sättigungscapazität ähnlich iſt.

949. Eigenſchaften. Die iodichtſauern Salze ſcheinen noch unbeſtändiger als die chlorichtſauern zu ſeyn. Der geringſte Einfluß reicht ſchon hin, dieſe Salze in Jodide und iodſaure Salze zu verwandeln, ohne daß ſich Sauerſtoff entbindet. Das chlorichtſaure Natrum, das einzige Salz dieſer Gattung, was bisher näher unterſucht worden, erleidet eine ſolche Zerſetzung, wenn man es mit lauwarmem Waſſer oder mit Alkohol in Berührung bringt.

Die Schwefelſäure und Salpeterſäure zerſetzen die iodichtſauern Salze, indem ſie das Jod frei machen. Überſchüſſig angewendete Chlorwaſſerſtoffſäure zerſetzt ſie auch, allein der Sauerſtoff der iodichten Säure tritt an den Waſſerſtoff der Salzſäure und das frei werdende Chlor bildet mit dem Jod, Chloriod, welches aufgelöſt bleibt, wenn die Waſſermenge hinreichend iſt.

Die Baſen verhalten ſich gegen das iodichtſaure Natrum ähnlich wie die Säuren. Baryt oder Barytſalze in eine Auflöſung dieſes Salzes gegoſſen, fällen ſogleich iodſauern Baryt. Die iodichtſauern Salze können deshalb als Verbindungen von Jodmetallen mit iodſauern Salzen angeſehen werden.

950. Bereitung. Es wird hiervon bei dem iodichtſauren Natrum die Rede ſeyn.

Schwefelſaure Salze. (Sulfates.)

951. Zuſammenſetzung. In den neutralen ſchwefelſauern Salzen verhält ſich die Sauerſtoffmenge der Baſis zu der der Säure wie 1 : 3 oder ſie beſtehen aus

Baſis = { 1 At. Metall
1 At. Sauerſtoff

Säure = { 1 At. Schwefel
3 At. Sauerſtoff

Übrigens giebt es auch doppelt und anderthalb ſchwefelſaure Salze, ſo wie dreifach und ſechsfach baſiſche Salze dieſer Gattung, ja es giebt ſogar ſolche, in welchen die Menge der Baſis zwölfmal größer iſt, als in den ſchwefelſauren Neutralſalzen.

952. Eigenſchaften. Die ſchwefelſaure Magneſia und die ſchwefelſauren Salze der erſten Abtheilung werden durch Feuer nicht zerſetzt; die übrigen Salze dieſer Gattung werden dagegen bei einer mehr oder minder hohen Temperatur zerſetzt und zwar ſo, daß die Schwefelſäure in zwei Volume ſchweflichte Säure und ein Volumen Sauerſtoff ſich verwandelt. Aus allen dieſen Salzen entbindet ſich zugleich auch waſſerfreie Schwefelſäure, welche ohne Zweifel durch die ſich entbindenden Gaſe mit fortgeriſſen wird, und deren Menge um ſo größer ausfällt, je geringer die Temperatur war, bei welcher das Salz zerſetzt wurde.

953. Der Kohlenſtoff zerſetzt alle ſchwefelſauren Salze bei höherer Temperatur; aus denen der erſten Abtheilung erhält man Kohlenoxyd und ein Schwefelmetall, wenn Weißglühhitze zur Zerſetzung angewendet wurde. Zuweilen bildet ſich in dieſem Falle eine Verbindung aus einem Polyſulphurid und einem Oxyd, vorzüglich wenn die Hitzgrade bei der Zerſetzung geringer ſind. Aus den ſchwefelſauren Salzen der zweiten Abtheilung wird das Oxyd frei und Schwefel nebſt ſchweflichter Säure und Kohlenſäure entbinden ſich. Mit den übrigen Salzen erhält man ein Schwefelmetall, wenn das Metall mit dem Schwefel ſich überhaupt verbinden kann; außerdem aber häufig auch etwas Schwefelkohlenſtoff,

indem dann das Metall als ein Sulphurid von geringerem Schwefelgehalt zurückbleibt.

Es ſcheint, daß der Waſſerſtoff auf die ſchwefelſauren Salze gerade ſo wie der Kohlenſtoff wirkt, nur mit dem Unterſchiede, daß man ſtatt Kohlenſäure oder Kohlenoxyd und Schwefelkohlenſtoff, Waſſer und Schwefelwaſſerſtoff erhält. Arfvedſon, der die ſchwefelſauren Salze durch Waſſerſtoff zerſetzte, hat ſehr veränderliche und verwickelte Reſultate erhalten, wovon bei jedem einzelnen ſchwefelſauren Salz die Rede ſeyn wird.

Das Bor und der Phosphor zerſetzen ohne Zweifel alle ſchwefelſauren Salze; es bildet ſich Borſäure oder Phosphorſäure und demnach entſtehen in gewiſſen Fällen borſaure oder phosphorſaure Salze. Der Schwefel äußert auf die durch Hitze nicht zerſetzbaren ſchwefelſauren Salze keine Einwirkung, aber offenbar muß er auf die übrigen wirken; ſeine Wirkung iſt dann dieſelbe, welche er auf die freien Baſen dieſer ſchwefelſauren Salze übt. Chlor und Jod verhält ſich auf gleiche Weiſe. Der Stickſtoff verändert kein ſchwefelſaures Salz.

954. Das Kalium und Natrium zerſetzen alle ſchwefelſauren Salze in ddr Kirſchrothglühhitze und es bildet ſich Schwefelkalium und Kali und zuweilen auch, wenn es die Umſtände erlauben, eine Kaliumlegirung. Die ſchwefelſauren Salze werden auch durch die Metalle der dritten Abtheilung und durch mehrere der vierten in der Rothglühhitze zerſetzt. Durch dieſe verſchiedenen Zerſetzungen gehen die Metalle zum Theil in Oxyde, theils in Sulphuride über; die übrigen Produkt variiren nach dem Metall oder dem ſchwefelſauren Salz.

955. Alle ſchwefelſauren Salze ſind im Alkohol unauflöslich; mehrere ſind im Waſſer auflöslich, einige ſind es äußerſt wenig, andere gar nicht.

Die unlöslichen ſchwefelſauren Salze ſind die von Baryt, Zinn, Antimon, Wismuth, Blei und Queckſilber. Die ſehr wenig löslichen ſind die des Strontians, Kalkes, der Zirkon- und Yttererde, des Ceriumoxydes und des Silbers. Man erſieht hieraus, daß unter dem Einfluſſe des Waſſers der Baryt diejenige Baſis iſt, welche die gröſte Neigung hat,

ſich mit der Schwefelſäure zu verbinden; hierauf folgt der Strontian, das Kali, die Soda, das Lithion, der Kalk, das Ammoniak, die Magneſia ꝛc.

956. Die ſchwefelſauren Salze werden bei gewöhnlicher Temperatur nicht durch andere Säuren zerſetzt, ausgenommen durch die Waſſerſtoffſäuren, wie z. B. durch Schwefelwaſſerſtoff und Selenwaſſerſtoff, welche auf die Baſen derſelben wirken. In höherer Temperatur kann nur die Phosphorſäure und Borſäure die ſchwefelſauern Salze zerſetzen, indem ſie deren Säure austreiben.

Die Kieſelſäure treibt gleichfalls die Schwefelſäure aus ihren Verbindungen, allein dieſe Säure zerſetzt ſich, während die Kieſelerde ſich mit der Baſis des angewendeten Salzes verbindet.

Durch Schwefelſäure werden bisweilen die unauflöslichen ſchwefelſauern Salze etwas löslich, obgleich nur in ſehr geringem Grade; ſo iſt z. B. der ſchwefelſaure Baryt in konzentrirter Schwefelſäure etwas auflöslich.

957. Natürliches Vorkommen. Es finden ſich in der Natur zwei und zwanzig ſchwefelſaure Salze, nämlich die Verbindungen der Schwefelſäure mit Thonerde, Magneſia, Kalk mit und ohne Waſſer, Strontian, Baryt, Kali, Natrum, Ammoniak, Zinkoxyd, Eiſenoxydul und Oxyd, Kobaltoxyd, Kupferoxyd, Nickeloxyd, Bleioxyd; ferner die ſchwefelſauern Doppelſalze von Thonerde und Kali entweder neutral oder mit Thonerdeüberſchuß, die von Thonerde und Ammoniak, von Kalk und Natrum, von Natrum und Magneſia, von Thonerde und Eiſen. Am häufigſten und in großen Maſſen kommen in der Natur der ſchwefelſaure Kalk und Baryt und das ſchwefelſaure Doppelſalz von Thonerdekali vor.

958. Bereitung. Die ſchwefelſauern Salze des Kalkes, Baryts, Strontians, den Alaun und bisweilen auch das ſchwefelſaure Kali und Natrum gräbt man aus der Erde heraus, oder gewinnt ſie aus Mineralwaſſern, in welchen mehrere davon aufgelöſt vorkommen.

Durch doppelte Zerſetzung kann man die ſchwefelſauern Salze des Baryts, Strontians, Kalkes, Blei's, des Queckſilberoxyduls und Silbers bereiten. Das ſchwefelſaure Zink

und Eiſen verſchafft man ſich dagegen durch Behandlung dieſer Metalle mit verdünnter Schwefelſäure; mittelſt der Metalle und konzentrirter Säure erhält man ſchwefelſaures Zinn, Antimon, Wismuth und Queckſilberoxyd. *)

Das ſchwefelſaure Zink, Eiſen und Kupferoxyd bereitet man im Großen auch durch Röſten der Sulphuride dieſer Metalle, welche nachher bei gewöhnlicher Temperatur der feuchten Luft ausgeſetzt werden. Alle übrigen ſchwefelſauern Salze erhält man durch geeignete Behandlung der Oxyde oder kohlenſauern Salze mittelſt Schwefelſäure.

Schweflichtſaure Salze. (Sulfites.)

959. Zuſammenſetzung. Die Sauerſtoffmenge des Oxydes verhält ſich zu dem Sauerſtoffgehalt der Säure in dieſen Salzen, wie 1 : 2 oder in Atomen ausgedrückt beſtehen ſie aus

Baſis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

Säure = { 1 At. Schwefel, 2 At. Sauerſtoff }

Es giebt auch zweifach ſchweflichtſaure Salze.

960. Eigenſchaften. Die ſchweflichtſauern Salze der erſten Abtheilung und die ſchweflichtſaure Magneſia verwandeln ſich im Feuer in baſiſche ſchwefelſaure Salze, indem ſich zugleich Schwefel entbindet. Die übrigen ſchweflichtſauern Salze entlaſſen ihre Säure in der Hitze, indem das Oxyd frei wird und ſich in dieſer hohen Temperatur ganz ſo verhält, wie im unverbundenen Zuſtand.

Durch die Berührung mit der Luft gehen die ſchweflichtſauern Salze, indem ſie noch Sauerſtoff aufnehmen, allmählig in ſchwefelſaure Salze über; die unauflöslichen erleiden dieſe Veränderung nur äußerſt langſam, und zuweilen beſchränkt ſich die Wirkſamkeit nur auf die äußern Theile. Drei ſchweflichtſaure Salze ſind auflöslich, nämlich das ſchweflichtſaure Kali, Natrum und Ammoniak; die übrigen ſind im

*) Auch ſchwefelſaures Kupferoxyd läßt ſich auf gleiche Weiſe bereiten. A. u. E.

neutralen Zuſtande unlöslich, durch einen Säureüberſchuß aber werden ſie auflöslich.

Die Schwefelſäure, Salzſäure, Phosphorſäure und Arſenikſäure zerſetzen, wenn ſie flüſſig ſind, die ſchweflichtſauern Salze bei gewöhnlicher Temperatur. Die ſalpetrichte Säure und Salpeterſäure werden zerſetzt durch die ſchweflichtſauern Salze; es entſteht Stickſtoffoxyd und die letztern verwandeln ſich in ſchwefelſaure Salze. Das flüſſige Chlor zerſetzt, wenn es in ein aufgelöſtes ſchweflichtſaures Salz gegoſſen wird, einen Theil der Baſis und es enſteht ein ſchwefelſaures Salz, ein Chlorid und ſchweflichtſaures Gas entbindet ſich.

961. Bereitung. Man findet die ſchweflichtſauern Salze nie ſchon gebildet in der Natur; diejenigen, welche ſich in den Umgebungen von Vulkanen erzeugen könnten, gehen nach und nach in ſchwefelſaure Salze durch die beſtändige Berührung mit der atmosphäriſchen Luft über. Um ſich dieſe Salze zu verſchaffen, leitet man einen Strom von ſchwelichtſaurem Gas in Auflöſungen von Kali, Natrum oder Ammoniak oder auch in die Auflöſungen der kohlenſauern Salze dieſer Baſen. Die übrigen Salze dieſer Gattung erhält man durch doppelte Wahlverwandtſchaft, oder auch indem man ſchweflichtſaures Gas mit der im Waſſer aufgeſchlämmten Baſis in Berührung bringt.

Unterſchwefelſaure Salze. (Hyposulfates.)

962. Zuſammenſetzung. In den neutralen unterſchwefelſauern Salzen verhält ſich die Sauerſtoffmenge der Baſis zu der der Säure wie 1 : 5, und dieß iſt in Atomen

Baſis = { 1 At. Metall
1 At. Sauerſtoff

Säure = { 2 At. Schwefel
5 At. Sauerſtoff

963. Eigenſchaften. Dieſe Salze werden leicht durch Wärme zerſetzt und verwandeln ſich dann in neutrale ſchwefelſaure Salze und in ſchweflichte Säure. Der Sauerſtoff und die Luft ſcheinen nicht auf ſie einzuwirken. Alle unterſchwefelſauern Salze ſind im Waſſer auflöslich, im Alkohol dagegen meiſt unauflöslich.

Gießt man verdünnte Schwefelſäure auf ein unterſchwefelſaures Salz, ſo wird die Unterſchwefelſäure frei, ohne eine Veränderung zu erleiden; iſt aber die Schwefelſäure konzentrirt, oder erhitzt man, wenn ſie verdünnt iſt, die Flüſſigkeit, ſo wird die Unterſchwefelſäure zerlegt, gerade wie wenn man ihre Salze der Hitze ausſetzt; es entbindet ſich ſogleich ſchweflichtſaures Gas in Menge.

964. Bereitung. Kein unterſchwefelſaures Salz findet ſich in der Natur. Man bereitet ſie aus unterſchwefelſauerm Manganoxydul oder Baryt mittelſt doppelter Wahlverwandtſchaft, oder auch durch direkte Verbindung der Unterſchwefelſäure mit den Baſen.

Unterſchweflichtſaure Salze. (Hyposulfites.)

965. Dieſe Salze können auf zweierlei Weiſe betrachtet werden; entweder als Salze, deren Säure weniger Sauerſtoff als die ſchweflichte Säure enthält, und dieß iſt die faſt durchgängig geltende Anſicht; oder man kann ſie auch als Verbindungen anſehen, die aus der Vereinigung eines Schwefelmetalls mit Schwefelſäure oder ſchweflichter Säure entſtehen und dieß iſt Gay-Luſſac's Meinung, der auch wir beipflichten.

966. Zuſammenſetzung. Sie erfordert aufs Neue eine gründliche Unterſuchung, denn offenbar hat man Salze von ſehr verſchiedenartiger Natur unter dieſem Namen zuſammengefaßt. Man kann ſich dieſe Verbindungen auf ſehr verſchiedene Weiſe verſchaffen und wir wollen nun verſuchen die Reſultate davon zu berechnen.

1.) Aus auflöslichen ſchweflichtſauren Salzen laſſen ſich die unterſchweflichtſauern Salze bereiten, wenn man eben ſo viel Schwefel hinzufügt, als ſchon in denſelben vorhanden iſt. Man hat demnach:

$$1\text{ At. ſchweflichtſ. Salz} = \begin{cases} 1\text{ At. Baſis} = \begin{cases} 1\text{ At. Metall} \\ 1\text{ At. Sauerſtoff} \end{cases} \\ 1\text{ At. Säure} = \begin{cases} 1\text{ At. Schwefel} \\ 2\text{ At. Sauerſtoff} \end{cases} \end{cases}$$

1 At. Schwefel — 1 At. Schwefel

neutralen Zuſtande unlöslich, durch einen Säureüberſchuß aber werden ſie auflöslich.

Die Schwefelſäure, Salzſäure, Phosphorſäure und Arſenikſäure zerſetzen, wenn ſie flüſſig ſind, die ſchweflichtſauern Salze bei gewöhnlicher Temperatur. Die ſalpetrichte Säure und Salpeterſäure werden zerſetzt durch die ſchweflichtſauern Salze; es entſteht Stickſtoffoxyd und die letztern verwandeln ſich in ſchwefelſaure Salze. Das flüſſige Chlor zerſetzt, wenn es in ein aufgelöſtes ſchweflichtſaures Salz gegoſſen wird, einen Theil der Baſis und es enſteht ein ſchwefelſaures Salz, ein Chlorid und ſchweflichtſaures Gas entbindet ſich.

961. Bereitung. Man findet die ſchweflichtſauern Salze nie ſchon gebildet in der Natur; diejenigen, welche ſich in den Umgebungen von Vulkanen erzeugen könnten, gehen nach und nach in ſchwefelſaure Salze durch die beſtändige Berührung mit der atmosphäriſchen Luft über. Um ſich dieſe Salze zu verſchaffen, leitet man einen Strom von ſchweflichtſaurem Gas in Auflöſungen von Kali, Natrum oder Ammoniak oder auch in die Auflöſungen der kohlenſauern Salze dieſer Baſen. Die übrigen Salze dieſer Gattung erhält man durch doppelte Wahlverwandtſchaft, oder auch indem man ſchweflichtſaures Gas mit der im Waſſer aufgeſchlämmten Baſis in Berührung bringt.

Unterſchwefelſaure Salze. (Hyposulfates.)

962. Zuſammenſetzung. In den neutralen unterſchwefelſauern Salzen verhält ſich die Sauerſtoffmenge der Baſis zu der der Säure wie 1 : 5, und dieß iſt in Atomen

Baſis = { 1 At. Metall
1 At. Sauerſtoff

Säure = { 2 At. Schwefel
5 At. Sauerſtoff

963. Eigenſchaften. Dieſe Salze werden leicht durch Wärme zerſetzt und verwandeln ſich dann in neutrale ſchwefelſaure Salze und in ſchweflichte Säure. Der Sauerſtoff und die Luft ſcheinen nicht auf ſie einzuwirken. Alle unterſchwefelſauern Salze ſind im Waſſer auflöslich, im Alkohol dagegen meiſt unauflöslich.

Gießt man verdünnte Schwefelſäure auf ein unterſchwefelſaures Salz, ſo wird die Unterſchwefelſäure frei, ohne eine Veränderung zu erleiden; iſt aber die Schwefelſäure konzentrirt, oder erhitzt man, wenn ſie verdünnt iſt, die Flüſſigkeit, ſo wird die Unterſchwefelſäure zerlegt, gerade wie wenn man ihre Salze der Hitze ausſetzt; es entbindet ſich ſogleich ſchweflichtſaures Gas in Menge.

964. Bereitung. Kein unterſchwefelſaures Salz findet ſich in der Natur. Man bereitet ſie aus unterſchwefelſauerm Manganoxydul oder Baryt mittelſt doppelter Wahlverwandtſchaft, oder auch durch direkte Verbindung der Unterſchwefelſäure mit den Baſen.

Unterſchweflichtſaure Salze. (Hyposulfites.)

965. Dieſe Salze können auf zweierlei Weiſe betrachtet werden; entweder als Salze, deren Säure weniger Sauerſtoff als die ſchweflichte Säure enthält, und dieß iſt die faſt durchgängig geltende Anſicht; oder man kann ſie auch als Verbindungen anſehen, die aus der Vereinigung eines Schwefelmetalls mit Schwefelſäure oder ſchweflichter Säure entſtehen und dieß iſt Gay-Luſſac's Meinung, der auch wir beipflichten.

966. Zuſammenſetzung. Sie erfordert aufs Neue eine gründliche Unterſuchung, denn offenbar hat man Salze von ſehr verſchiedenartiger Natur unter dieſem Namen zuſammengefaßt. Man kann ſich dieſe Verbindungen auf ſehr verſchiedene Weiſe verſchaffen und wir wollen nun verſuchen die Reſultate davon zu berechnen.

1.) Aus auflöslichen ſchweflichtſauren Salzen laſſen ſich die unterſchweflichtſauern Salze bereiten, wenn man eben ſo viel Schwefel hinzufügt, als ſchon in denſelben vorhanden iſt. Man hat demnach:

1 At. ſchweflichtſ. Salz =	1 At. Baſis =	{	1 At. Metall 1 At. Sauerſtoff
	1 At. Säure =	{	1 At. Schwefel 2 At. Sauerſtoff
1 At. Schwefel			1 At. Schwefel

Dieſes Reſultat kann auf zweierlei Weiſe erklärt werden, nämlich:

Unterſchweflichtſ. Salz.		Schwefelſ. Sulphurid.	
1 At. Baſis =	1 At. Metall 1 At. Sauerſtoff	1 At. Sulph. =	1 At. Metall 1 At. Schwefel
1 At. Säure =	2 At. Schwefel 2 At. Sauerſtoff	1 At. Säure =	1 At. Schwefel 3 At. Sauerſtoff

2.) Erhält man dieſe Salze aus Schwefelmetallen und ſchweflichter Säure. Das abſorbirte Gas ſcheint dann eben ſo viel Schwefel als das Sulphurid zu enthalten. Man hat dann:

1 At. Sulphurid =	1 At. Metall 1 At. Sauerſtoff
1 At. Säure =	1 At. Schwefel 2 At. Sauerſtoff

was wiederum zweierlei Erklärungen zuläßt, nämlich:

Unterſchweflichtſ. Salz.		Schweflichtſ. Sulphurid.	
1 At. Baſis =	1 At. Metall 1 At. Sauerſtoff	1 At. Sulph. =	1 At. Metall 1 At. Schwefel
1 At. Säure =	2 At. Schwefel 1 At. Sauerſtoff	1 At. Säure =	1 At. Schwefel 2 At. Sauerſtoff

Man ſieht hier ſogleich, daß bei der Annahme eines unterſchweflichtſauern Salzes dieſe Säure doppelt ſo viel Schwefel enthalten müßte, als die vorhergehende.

3.) Können dieſe Salze auch aus Metallen, ſchweflichter Säure und Waſſer bereitet werden; das Zink, das Eiſen und einige andere Metalle geben unter dieſen Umſtänden unterſchweflichtſaure Salze. Man hat dann:

1 At. Eiſen 1 At. Schwefel 2 At. Sauerſtoff =	1 At. Baſis =	1 At. Eiſen 1 At. Sauerſtoff
	½ At. Säure =	1 At. Schwefel 1 At. Sauerſtoff

In dieſem Falle würde alſo ein baſiſch unterſchweflichtſaures Salz entſtehen; da nun das erhaltene Produkt ſehr ſauer iſt, ſo hat man wahrſcheinlich im Gegentheil:

Angewendete Atome.

1 At. Eiſen

3 At. ſchweflichte Säure = { 3 At. Schwefel, 6 At. Sauerſtoff }

Erzeugte Atome.

1 At. Schwefelmetall = { 1 At. Eiſen, 1 At. Schwefel }

2 At. Schwefelſäure = { 2 At. Schwefel, 6 At. Sauerſtoff }

was ein doppelt ſchwefelſaures Salz darſtellen würde.

4.) Auch durch Einwirkung des Schwefels auf die alkaliſchen waſſerhaltigen Baſen erhält man die unterſchweflichtſauern Salze. Es bilden ſich dann neben dieſen Salzen auch Polyſulphuride. Die auf ſolche Weiſe entſtehenden unterſchweflichtſauern Salze kann man auch als ſchweflichtſaure Salze oder als ſchwefelſaure Sulphuride betrachten. Man wird erſt durch Verſuche die Richtigkeit der einen oder andern Anſicht entſcheiden können.

5.) Durch Einwirkung der Luft auf lösliche Sulphuride. Hier ſind die Erſcheinungen die nämlichen, wie im vorhergehenden Fall, indem das Metall ſich oxydirt und der Schwefel frei wird, gerade ſo als wenn Oxyd und Schwefel ſogleich direkte mit einander in Berührung gekommen wären.

Man könnte auch gemäß folgender Thatſachen die unterſchweflichtſauern Salze als Sulphuridſalze betrachten, da ſich jene nur nach dieſer Anſicht genügend erklären laſſen.

Die unterſchweflichtſauern Salze der vier letzten Abtheilungen, z. B. die von Eiſen, Blei und Silber, ſetzen Schwefel in Menge ab und werden ſonach ganz zerſetzt, wenn ſie im Waſſer aufgelöſt und bis zum Sieden erhitzt werden. Das rothe Schwefelquecksilber zerſetzt das unterſchweflichtſaure Natrum, es bildet ſich unterſchweflichtſaures Queckſilber und das Natrum wird frei. Dieſe Thatſache iſt wirklich ganz unerklärbar nach der Anſicht, welche man gewöhnlich von den unterſchweflichtſauern Salzen hat, iſt aber leicht in Einklang mit der zweiten oben erwähnten Hypotheſe zu bringen.

Da noch in der Geſchichte der unterſchweflichtſauern Salze eine Verwirrung herrſcht, ſo läßt ſich im Allgemeinen noch wenig über dieſelben ſagen.

967. Eigenſchaften. Der Sauerſtoff der Luft verwandelt ſie nach und nach obgleich ſchwierig in ſchwefelſaure Salze; ſie ſind demnach beſtändiger als die ſchweflichtſauern Salze.

In einer mehr oder minder hohen Temperatur werden alle unterſchweflichtſauern Salze zerſetzt. Die der erſten Abtheilung und die unterſchweflichtſaure Magneſia geben in dieſem Falle Schwefel und ein baſiſch ſchwefelſaures Salz; alle übrigen geben ſchweflichte Säure und ein Produkt, welches demjenigen ähnlich iſt, was man durch Behandlung ihres Oxydes mit Schwefel erhält.

Mehrere Salze dieſer Gattung ſind auflöslich, das Barytſalz jedoch löſt ſich nur dann auf, wenn es überſchüſſige Säure enthält.

Die Phosphorſäure, Schwefelſäure, Salzſäure ꝛc. entbinden, mit den unterſchweflichtſauern Salzen zuſammengebracht, ſchweflichte Säure und Schwefel ſetzt ſich ab.

Selenſaure Salze. (Seleniates.)

968. Die Sauerſtoffmenge der Baſis verhält ſich in den ſelenſauren Salzen zu der der Säure wie 1 : 3 und demnach beſtehen ſie aus

$$1\text{ At. Baſis} = \begin{cases} 1\text{ At. Metall} \\ 1\text{ At. Sauerſtoff} \end{cases}$$

$$1\text{ At. Säure} = \begin{cases} 1\text{ At. Selen} \\ 3\text{ At. Sauerſtoff} \end{cases}$$

Da die Selenſäure eine ſehr ſtarke Säure iſt, die in dieſer Hinſicht kaum der Schwefelſäure nachſteht, ſo ſind die ſelenſauern Salze auch äußerſt beſtändig. Übrigens iſt ihre Ähnlichkeit mit den ſchwefelſauern Salzen ſo groß, daß die Eigenſchaften der einzelnen Arten dieſer Salze mit gleicher Baſis faſt dieſelben ſind, und ſolche können demnach nur ſchwer von einander unterſchieden werden. So ſind z. B. der ſelenſaure Baryt und das ſelenſaure Blei unauflöslich; das ſelen-

ſaure Kali, Natrum und Kupfer ꝛc. ſind dagegen löslich und haben große Neigung, gerade ſo wie die entſprechenden ſchwefelſauern Salze zū kryſtalliſiren. Zu bedauern iſt es, daß Mitſcherlich nicht umſtändlichere Details über die Geſchichte der ſelenſauern Salze im Allgemeinen gegeben und ſich nur darauf beſchränkt hat, einige Arten derſelben in kryſtallographiſcher Beziehung zu beſchreiben.

Die Bereitung der ſelenſauren Salze bietet, wenn man die der Selenſäure kennt, nichts beſonderes dar.

Selenichtſaure Salze. (Selenites.)

969. In den ſelenichtſauern Salzen verhält ſich die Sauerſtoffmenge der Baſis zu der der Säure wie 1 : 2 und dieß macht in Atomen ausgedrückt:

1 At. Oxyd = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

1 At. Säure = { 1 At. Selen, 2 At. Sauerſtoff }

Dieſe ſelenichtſauern Salze zeigen alkaliſche Reaktion; man kennt auch baſiſche Salze, welche noch nicht analyſirt worden ſind. Es giebt auch doppelt und vierfach ſelenichtſaure Salze. Faſt alle Baſen können doppelt ſelenichtſaure Salze bilden, allein von vierfach ſelenichtſauern Salzen kennt man nur das von Kali, Natrum und Ammoniak.

Alle doppelt- und vierfach- ſelenichtſauern Salze ſind auflöslich. Die einfach- und baſiſch-ſelenichtſauren Salze ſind dagegen alle unlöslich, ausgenommen das ſelenichtſaure Kali, Natrum und Ammoniak.

In der Hitze werden dieſe Salze nicht zerſetzt. Die Kohle zerſetzt ſie dagegen alle, indem ſich entweder Kohlenſäure oder Kohlenoxydgas und ein Selenid mit den ſelenichtſauern Salzen der erſten und der vier letzten Abtheilungen bildet. Bei dieſen Reduktionen wird ſtets auch etwas Selen frei. Die ſelenichtſauern Salze der zweiten Abtheilung geben mit Kohle Kohlenſäure, Selen und ein Metalloxyd.

Die ſelenichtſauern Salze werden in der Wärme auch zerſetzt durch die Schwefelſäure, Phosphorſäure, Arſenikſäure

und Borſäure, dagegen zerſetzt die ſelenichte Säure die ſalpeterſauern Salze, weshalb man ſie zu den ſtarken Säuren rechnen muß.

Über die Bereitung der ſelenichtſauern Salze findet man das Nöthige ſchon oben bei der ſelenichten Säure. (§. 213.)

Salpeterſaure Salze. (Nitrates.)

970. Zuſammenſetzung. In den neutralen ſalpeterſauren Salzen verhält ſich die Sauerſtoffmenge des Oxydes zu der der Säure wie 1 : 5 oder nach Atomen:

Baſis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

Säure = { 2 At. Stickſtoff, 5 At. Sauerſtoff }

971. Eigenſchaften. Alle ſalpeterſauern Salze werden bei einer mehr oder minder hohen Temperatur zerſetzt; diejenigen welche mit einer ſtarken Baſis verbunden ſind, entwickeln zuerſt Sauerſtoffgas und verwandeln ſich in unterſalpetrichtſaure Salze; dieſe letzteren aber entlaſſen wiederum eine Verbindung von Sauerſtoff und Stickſtoffoxyd; aber wenn man ſtärker erhitzt, ſo erhält man auf einmal Sauerſtoff, Stickſtoff, etwas ſalpetrichte Säure und das Metalloxyd. So verhält es ſich wenigſtens mit dem ſalpeterſauern Kali und Natrum. Der ſalpeterſaure Baryt verhält ſich anders; anfangs geht er in ein Gemenge von Bariumüberoxyd und unterſalpetrichtſauern Baryt über, und es entbindet ſich Sauerſtoff und ſalpetrichte Säure. Bei verſtärktem Feuer bleibt zuletzt Baryt zurück. Die übrigen ſalpeterſauren Salze entbinden Sauerſtoff, ſalpetrige Säure und es bleibt als Rückſtand das Oxyd, wenn es anders nicht in der Hitze reduzirbar iſt.

Unter gewiſſen Umſtänden entfernt ſich die Salpeterſäure ohne zerſetzt zu werden; aus ſalpeterſauern Salzen, welche durch ſchwache Baſen gebildet werden und die Kryſtalliſationswaſſer enthalten, reißt dieſes, indem es ſich verflüchtigt, einen Theil der Säure mit ſich fort; das Salz geht

dann in neutrales oder baſiſches über, was ſich nun wie gewöhnlich verhält. Dieß ereignet ſich bisweilen bei denjenigen ſalpeterſauern Salzen, welche indifferente Oxyde enthalten.

972. Da die ſalpeterſauern Salze ſchon durch Wärme allein zerſetzt werden, ſo geſchieht dieß noch viel mehr durch alle brennbaren Körper, welche ſich in höherer Temperatur mit dem Sauerſtoff verbinden. Ohne Zweifel zerſetzt der Waſſerſtoff alle ſalpeterſauren Salze bei etwas geſteigerter Temperatur. Der Verſuch ſelbſt dürfte vielleicht gefährlich werden, weil man zu dem Ende das Gas durch eine das ſalpeterſaure Salz enthaltende Porzellanröhre leiten müßte, welche durch die plötzliche Erhöhung der Temperatur zerſpringen könnte.

Ein Gemenge von Salpeter und Bor in einen weißglühenden Tiegel geworfen, verpufft lebhaft und es bildet ſich borſaures Kali, während Stickſtoff entweicht.

Bringt man ein inniges Gemenge von einem ſalpeterſauern Salz und überſchüſſigem Kohlenpulver plötzlich in hohe Temperatur, ſo findet eine lebhafte Verbrennung Statt und es entbindet ſich Kohlenoxyd, oder Kohlenſäure nebſt Stickſtoff; das Metalloxyd wird frei. Iſt in dieſem Falle überſchüſſiges ſalpeterſaures Salz vorhanden, ſo ſind die Reſultate anderer Art: es entbindet ſich Kohlenſäure, Stickſtoffoxyd oder ſalpetrichte Säure und der Rückſtand beſteht dann entweder ganz oder nur zum Theil aus unterſalpetrichtſauerm Salz. Auch der Phosphor wirkt heftig in der Hitze auf die ſalpeterſauern Salze; die Säure verwandelt ſich dann in ſalpetrichte Säure oder Stickſtoffoxyd oder auch nur in Stickſtoff, während ſich ein phosphorſaures Salz bildet, wenn ein Phosphorüberſchuß oder die hohe Temperatur ſich nicht widerſetzen. Eine äußerſt lebhafte Verbrennung findet Statt, wenn man in einem rothglühenden Tiegel ein inniges Gemenge von Schwefel und einem ſalpeterſauern Salz wirft; ſalpeterſaures Natrum oder Kali eignen ſich am beſten dazu. Die Salpeterſäure geht in Stickſtoffoxyd oder ſalpetrichte Säure über und man erhält mit den ſalpeterſauren Salzen der er-

ſten Abtheilung, ſchweflichtſaures Gas und ein Oxyd *), und mit denen der zweiten Abtheilung, ſo wie mit der ſalpeterſauern Magneſia ein ſchwefelſaures Salz, mit denen der übrigen Abtheilungen aber, ſchweflichtſaures Gas und ein Sulphurid.

Jod, Chlor und Stickſtoff wirken nicht auf die ſalpeterſauern Salze; die beiden erſten würden nur auf die Baſis derſelben eine Wirkung äußern können, wenn ſie durch die Hitze zuvor zerſetzt worden ſind.

Alle Metalle, welche ſich durch die Berührung mit Sauerſtoff bei höherer Temperatur oxydiren, zerſetzen die ſalpeterſauern Salze und werden auch durch dieſelben in der Hitze oxydirt. Haben die ſalpeterſauern Salze ein ſtark baſiſches Oxyd z. B. Kali oder Natrum zur Baſis, ſo können ſie ſelbſt die Metalle der letzten Abtheilung, d. h. die ſäuerungsfähigen wie Gold, Platin ꝛc. oxydiren. Es vereinigt ſich in dieſem Fall das neue Oxyd mit der Baſis des ſalpeterſauern Salzes und ſpielt die Rolle einer Säure gegen dieſelbe.

Die ſalpeterſauern Salze ſind alle im Waſſer auflöslich, es giebt jedoch einige, welche nur mit überſchüſſiger Säure ſich darin auflöſen. Nach ihrer Verwandtſchaft zu der Salpeterſäure folgen die Baſen in folgender Ordnung auf einander: Kali, Natrum, Lithion, Baryt, Strontian, Kalk, Ammoniak, Magneſia ꝛc.

Die Schwefelſäure, Phosphorſäure, Salzſäure, Flußſäure und Arſenikſäure zerſetzen, wenn ſie flüſſig ſind, alle ſalpeterſauern Salze. Die Erſtere äußert dieſe Wirkung ſchon bei gewöhnlicher Temperatur, die übrigen aber brauchen höchſtens bis zum Siedepunkt des Waſſers erhitzt zu werden. Dieſe Säuren treiben ſämmtlich die Salpeterſäure in Dampfform aus, wovon jedoch die Salzſäure eine Aus-

*) Dieß ſind die Worte des Originals, offenbar muß es aber heißen, die ſalpeterſauern Salze der erſten Abtheilung geben mit Schwefel verpufft ſchwefelſaure Salze; dagegen erhält man durch gleiche Behandlung der ſalpeterſauern Salze der zweiten Abtheilung ſchweflichtſaures Gas und Oxyde, ausgenommen davon iſt jedoch die ſalpeterſaure Magneſia, welche ſich gleichfalls in ein ſchwefelſaueres Salz verwandelt. A. u. E.

nahme macht, indem ſie zwar auch an die Stelle der Salpeterſäure tritt, allein zugleich die Bildung von Chlor und ſalpetrichter Säure veranlaßt, indem ihr Waſſerſtoff und ein Atom Sauerſtoff der frei werdenden Salpeterſäure Waſſer bilden. (§. 335.) Die Borſäure zerſetzt die ſalpeterſauern Salze bei einer der Rothglut nahe kommenden Temperatur.

Da alle ſalpeterſauern Salze löslich ſind, ſo folgt daraus, daß, wenn man in ihre Auflöſungen ein lösliches Salz bringt, deſſen Säure mit der Baſis des ſalpeterſauern Salzes ein unlösliches Salz bildet, nothwendiger Weiſe eine Zerſetzung Statt findet, indem die Baſen wechſelſeitig ihre Säure austauſchen.

973. Natürliches Vorkommen. Vier ſalpeterſaure Salze finden ſich in der Natur vor, nämlich die von Natrum, Kali, Kalk und Magneſia.

Die letztern drei kommen faſt immer mit einander vor, bisweilen im Waſſer aufgelöſt, am häufigſten aber effloresziren ſie entweder auf der Oberfläche von kalkhaltigem Erdreich, oder auch an Mauern oder ſonſt an Orten, wo thieriſche Stoffe in Fäulniß und Verweſung übergehen. Im Mauerſchutt, auf dem Boden der Pferd- und Schaafſtälle findet man immer mehr oder weniger von dieſen Salzen.

In Oſtindien findet ſich der Salpeter in ſolcher Menge, daß er allenthalben auf der Oberfläche des Erdbodens kryſtalliſirt, wo man ihn mit Beſen zuſammenkehrt.

Vor Kurzem hat man in Peru ſalpeterſaures Natrum in dünnen Schichten im Sande auf der Erdoberfläche gefunden.

974. Bereitung. Mit Ausnahme des ſalpeterſauern Kali's, welches man durch Auslaugen der ſalpeterhaltigen Erde und durch Zerſetzung des ſalpeterſauern Kalkes und der Magneſia mittelſt kohlenſaurem Kali erhält, verſchafft man ſich alle übrigen ſalpeterſauern Salze mittelſt einer der folgenden Verfahrungsarten: 1) Durch Einwirkung der Salpeterſäure auf die Metalle. Das ſalpeterſaure Zink, Kadmium, Wismuth, Kupferoxyd, Blei, Silber, Queckſilber und Eiſenoxyd bereitet man ſo. 2) Durch Einwirkung der Salpeterſäure auf die Schwefelme-

talle; hierher gehört der ſalpeterſaure Baryt und Strontian. 3) Durch Einwirkung der Salpeterſäure auf die Oxyde oder kohlenſauern Salze verſchafft man ſich alle übrigen ſalpeterſauern Salze.

Unterſalpetrichtſaure Salze. (Hyponitrites.)

975. Zuſammenſetzung. In dieſen Salzen verhält ſich der Sauerſtoff des Oxydes zu dem der Säure wie 1 : 3. Die baſiſchen unterſalpetrichtſauern Salze enthalten bald zwei mal, bald viermal ſo viel Baſis als die Neutralſalze dieſer Gattung; letztere aber beſtehen aus:

$$\text{Baſis} = \begin{cases} 1\ \text{At. Metall} \\ 1\ \text{At. Sauerſtoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\ \text{At. Stickſtoff} \\ 3\ \text{At. Sauerſtoff} \end{cases}$$

Die unterſalpetrichtſauern Salze werden gleich den ſalpeterſauern im Feuer zerſetzt; die Produkte der Zerſetzung ſind verſchieden, allein ſie ſind faſt dieſelben, wie bei den ſalpeterſauern Salzen, nur mit dem Unterſchiede, daß, da die unterſalpetrichtſauern weniger Sauerſtoff enthalten, auch die Verbrennung der damit in Berührung gebrachten, brennbaren Körper minder lebhaft iſt. Alle unterſalpetrichtſauern Salze ſind im Waſſer löslich. Die Schwefelſäure, Salpeterſäure, Phosphorſäure, Chlorwaſſerſtoffſäure ꝛc. zerſetzen dieſe Salze ſelbſt bei gewöhnlicher Temperatur augenblicklich. Die unterſalpetrichte Säure verwandelt ſich in Salpeterſäure und Stickſtoffoxyd, welches letztere in Berührung mit der Luft in ſalpetrichte Säure übergeht.

In der Natur findet man keine unterſalpetrichtſauern Salze, dagegen verſchafft man ſich dieſelben durch Glühen der ſalpeterſauern bis zu einem gewiſſen Punkte, allein man erhält dadurch keine reinen Salze, weil man nicht genau weiß, wenn die Operation endigen muß. Glüht man zu ſtark, ſo bildet ſich ein baſiſches oder Stickſtoffoxyd enthaltendes unterſalpetrichtſaures Salz; im entgegengeſetzten Fall aber iſt es noch mit ſalpeterſauerm Salz gemengt.

Berzelius bereitet ein baſiſch unterſalpetrichtſaures Blei, indem er eine Auflöſung von ſalpeterſaurem Blei mit der zur Bildung von baſiſch ſalpetrichtſauerm Salz erforderchen Menge Blei in einem Kolben kocht. 20 Gramme ſalpeterſaures Blei erfordern 12,4 Grm. Blei. Um nun das neutrale unterſalpetrichtſaure Blei daraus zu erhalten, fügt man zu einer Auflöſung jenes baſiſchen Salzes ſo viel Schwefelſäure, um nur die Hälfte des darin enthaltenen Oxydes zu fällen. Das neutrale unterſalpetrichtſaure Salz bleibt dann in Auflöſung. Mit Hilfe dieſes Salzes könnte man auf dem Wege doppelter Wahlverwandtſchaft die übrigen Salze dieſer Gattung bereiten. Berzelius erhielt z. B. das neutrale unterſalpetrichtſaure Ammoniak und Kupferoxyd, indem er neutrales unterſalpetrichtſaures Blei durch ſchwefelſaures Ammoniak und ſchwefelſaures Kupferoxyd zerſetzte.

Unterſtickſtoffichtſaure Salze. (Hypoazotites.)

976. Mit dieſem Namen glauben wir die noch ſehr wenig gekannten Verbindungen des Stickſtoffoxydes mit Salzbaſen paſſend zu bezeichnen, denn nach einer folgerechten Nomenklatur müßten eigentlich die ſalpeterſauern Salze ſelbſt ſtickſtoffſaure Salze ꝛc. heißen. Sie enthalten:

Baſis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

Säure = { 2 At. Stickſtoff, 2 At. Sauerſtoff }

Die unterſtickſtoffichtſauern Salze können ſich auf direktem Wege bilden. Man bereitet ſie, indem man das ſalpeterſaure Kali und Natrum oder den ſalpeterſauern Baryt oder Kalk ſo lange ſtark erhitzt bis alle Sauerſtoffentwicklung aufhört; der Rückſtand iſt dann ein unterſtickſtoffichtſaures Salz. Dieſe Verbindungen ſind im Alkohol auflöslich, kryſtalliſirbar und enthalten oft Kryſtalliſationswaſſer.

In hoher Temperatur entlaſſen ſie Stickſtoff und Sauerſtoff, allein die der zwei letzten Abtheilungen entbinden

*) Siehe Anmerkung. I. Bd. S. 398. A. u. S.

Stickſtoff und ſalpetrichte Säure, indem das Metall reguliniſch zurückbleibt. Starke Säuren entbinden daraus Stickſtoffoxyd. Die Goldauflöſungen werden durch die unterſtickſtoffſauern Salze auf der Stelle reduzirt, indem das Gold ſich als Pulver abſetzt.

Phosphorſaure Salze. (Phosphates.)

Die Zuſammenſetzung der phosphorſauern Salze iſt ſehr merkwürdig. Die Phosphorſäure verbindet ſich in fünf verſchiedenen Verhältniſſen mit den Baſen. Es giebt neutrale, anderthalb, doppelt, zweidrittel, und halb phosphorſaure Salze. In den neutralen phosphorſauern Salzen verhält ſich der Sauerſtoff der Baſis zu dem der Säure wie 2 : 5 oder ſie beſtehen nach Atomen aus:

Baſis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerſtoff }

Säure = { 1 At. Phosphor, $2\frac{1}{2}$ At. Sauerſtoff }

977. **Eigenſchaften.** Die phosphorſauren Salze der vier erſten Abtheilungen zerſetzen ſich in der Hitze nicht, weil die Phosphorſäure feuerbeſtändig und unzerſetzbar iſt, oder ſich wenigſtens nur äußerſt ſchwer verflüchtigt, zumal wenn ſie mit feuerbeſtändigen Oxyden verbunden iſt. Die der zwei letzten Abtheilungen werden dagegen durch Feuer zerlegt, indem die Baſis ihren Sauerſtoff verliert. Übrigens ſcheint das phosphorſaure Silber eine ſehr hohe Temperatur noch aushalten zu können.

Die einfachen nichtmetalliſchen Körper zerſetzen die phosphorſauren Salze. Glüht man z. B. ein Gemenge von Kohle und einem phosphorſauren Salze, deſſen Baſis durch jene nicht reduzirt wird, ſo erhält man Kohlenoxydgas, Phosphor, und ein baſiſch phosphorſaures Salz, was, je nach der Verwandtſchaftsſtärke der Baſis zur Säure, mehr oder weniger Baſis enthält. Hat man dagegen ein phosphorſaures Salz, deſſen Oxyd ſich durch Kohle reduziren läßt, ſo bekommt man Kohlenſäure oder Kohlenoxyd und ein Phosphormetall. Letzteres würde ſich jedoch nicht bilden, wenn die Temperatur zu hoch wäre

und das Phosphormetall ſelbſt durch die Hitze zerſetzt werden könnte. In den meiſten Fällen erhält man nur ein Phosphormetall mit äußerſt wenig Phosphor. Die phosphorſauren Salze der zwei erſten Abtheilungen zerſetzen ſich nur bei ſehr hoher Temperatur, die der dritten erfordern dagegen geringere Hitzgrade und die der letzten Abtheilung werden äußerſt leicht zerſetzt.

Die Ähnlichkeit des Bors mit dem Kohlenſtoff läßt vermuthen, daß dieſer brennbare Körper in derſelben Weiſe auf die phosphorſauren Salze wie der Kohlenſtoff wirkt; nur weil die Borſäure ſtarr iſt, und ſich mit dem Oxyde des phosphorſauren Salzes zu verbinden ſtrebt, wird ſich ein borſaures Salz bilden und der Phosphor ſich verflüchtigen. Indeſſen erhält man zuweilen ein Phosphormetall und Borſäure.

Der Waſſerſtoff wird bei ſehr hoher Temperatur die phosphorſauren Salze der erſten und zweiten Abtheilung zerſetzen müſſen, es wird ſich dann Waſſer und dampfförmiger Phosphor bilden, der mit überſchüſſigem Waſſerſtoff gemengt, leicht das Anſehen von Phosphorwaſſerſtoff haben könnte; allein dieſes Gas kann man nicht erhalten, weil es, wenn es ſich wirklich bildete, bei der angewendeten hohen Temperatur wieder zerſetzt werden würde. Mit den phosphorſauren Salzen der vier letzten Abtheilungen erhält man Waſſer, ein Phosphormetall und dampfförmigen Phosphor.

Der Phosphor ſelbſt kann nur auf diejenigen phosphorſauren Salze wirken, deren Baſis leicht reduzirbar iſt; er reduzirt ohne Zweifel das Oxyd dieſer Salze, die Phosphorſäure wird dann frei und es bildet ſich ein Phosphormetall.

Was wir vom Phosphor geſagt haben läßt ſich auch auf den Schwefel anwenden; wenn die Temperatur nicht zu hoch iſt, ſo bildet ſich ſchweflichte Säure und ein Sulphurid. Dieſe verſchiedenen Erſcheinungen ſind leicht erklärlich, wenn man bedenkt, daß die Phosphorſäure wenig Anziehung zu den leicht reduzirbaren Oxyden hat, und daß ein Metall ſich nur dann erſt mit einer Säure verbindet, wenn es oxydirt iſt.

Das phosphorſaure Natrum und Kali ſind die einzigen im Waſſer löslichen Salze dieſer Gattung, alle übrigen

aber werden auflöslich, wenn man ihnen einen Säureüberſchuß zufügt. Gießt man z. B. in Baryt-, Strontian- oder Kalk-Waſſer Phosphorſäure, ſo bildet ſich anfänglich ein Niederſchlag, der ſich in überſchüſſig zugefügter Säure endlich wieder auflöſt.

Am meiſten Verwandtſchaft zur Phosphorſäure haben von allen Baſen unter Vermittlung des Waſſers der Baryt, der Strontian und der Kalk, weil ſie die Auflöſungen von phosphorſauerm Kali, Natrum und Ammoniak trüben. Das Kali, Natrum und Ammoniak ihrerſeits bemächtigen ſich jedoch auch eines Theils der Säure aus neutralem phosphorſauern Baryt, Strontian und Kalk, und verwandeln dieſe in baſiſche Salze.

Alle etwas ſtarken Säuern zerſetzen die neutralen phosphorſauern Salze zum Theil und verwandeln ſie in ſaure Salze. Da nun alle ſauern phosphorſauern Salze auflöslich ſind, und dieß auch faſt bei allen übrigen ſauern Salzen der Fall iſt, ſo folgt daraus, daß man mit Hilfe der Phosphorſäure alle phosphorſauern Salze auflöſen kann, und daß ſolche auch durch beinahe alle andern Säuren aufgelöſt werden können. Die Salpeterſänre löſt alle phosphorſauern Salze auf. Die Schwefelſäure ſcheidet die Phosphorſäure vollkommen aus ihren Baryt- und Bleiſalzen.

978. Natürliches Vorkommen. Man findet in der Natur eilf phosphorſaure Salze, nämlich die von Kalk, Blei, Eiſen, Magneſia, Ammoniack und Magneſia, Kali, Mangan und Eiſen, Thonerde, Kupfer und Uran. Nur der phosphorſaure Kalk kommt in bedeutender Menge vor; er bildet mit Gallerte, kohlenſaurem Kalk und etwas phosphorſaurer Magneſia die Knochen aller Thiere. In Spanien beſtehen ganze Hügel bei Logroſan daraus.

979. Bereitung. Man erhält das phosphorſaure Kali und Natrum, indem man in eine Auflöſung von ſaurem phosphorſaurem Kalk kohlenſaures Kali oder Natrum gießt. Aus dem löslichem phosphorſauern Kali oder Natrum erhält man durch Doppelzerſetzung das Baryt- und Blei-Salz, will man aber die übrigen phosphorſauern Salze mittelſt deſſelben Verfahrens bereiten, ſo fällt ein anderthalb

phosphorſaures Salz nieder. Um dieſe Salze aber neutral zu erhalten, muß man zu beſondern Kunſtgriffen ſeine Zuflucht nehmen, die wir ſpäter erwähnen wollen, wenn jene beſonders abgehandelt werden.

Pyrophosphorſaure Salze. (Pyrophosphates.)

980. Engelhart beobachtete, daß die Phosphorſäure das Eyweiß fällte, während Berzelius und faſt alle Chemiker das Gegentheil annahmen. Bei aufmerkſamer Unterſuchung dieſer Thatſache fand Engelhart, daß dieſe Fällung nur erzeugt würde durch friſch geglühte aufgelöſte Phosphorſäure, während dieſelbe nach einiger Zeit dieſe Eigenſchaft aber wieder verliert.

Clark entdekte ferner, daß das geglühte phosphorſaure Natrum beſondere Eigenſchaften beſitze, und Gay-Luſſac überzeugte ſich, daß dieſen merkwürdigen Modifikationen dieſelbe Urſache zum Grunde läge, wie der vorerwähnten Erſcheinung *). Man erhält alſo mit friſch geglühter Phosphorſäure pyrophosphorſaure Salze, welche ſich weſentlich von den gewöhnlichen unterſcheiden. Dieſe pyrophosphorſauern Salze laſſen ſich durch Glühen der gewöhnlichen darſtellen.

Die pyrophosphorſauern Salze behalten ihre Eigenſchaften länger bei als die Pyrophosphorſäure ſelbſt. Scheidet man die Säure aus den pyrophosphorſauern Salzen, ſo beſitzt ſie dieſelben Eigenſchaften, wie die friſch geglühte Phosphorſäure und beſitzt auch wahrſcheinlich deren Unbeſtändigkeit.

Pyrophosphorſaures Natrum in eine Auflöſung von ſalpeterſauerm Silber gegoſſen, erzeugt einen weißen Niederſchlag und die Flüſſigkeit bleibt neutral. Das gewöhnliche phos-

*) Weitere Unterſuchungen über dieſen höchſt intereſſanten Gegenſtand ſtellte Stromeyer an. (Schweiggers Jahrbuch d. Ch. u. Ph. 1830. Bd. 1. S. 125.) Bemerkungen über Körper, welche gleiche Zuſammenſetzung, aber ungleiche Eigenſchaften beſitzen, theilte Berzelius mit in Poggendorffs Annalen d. Ch. u. Ph. Bd. 19. S. 326. A. u. E.

phorſaure Salz erzeugt dagegen einen gelben Niederſchlag, der aus zwei Drittel phosphorſauerm Silber beſteht, und die Flüſſigkeit bleibt folglich ſauer in dieſem Falle. Bei 350° C. verliert das kryſtalliſirte pyrophosphorſaure Natrum, welches ſeiner Form nach von dem gewöhnlichen verſchieden iſt, ſeinen ganzen Kryſtallwaſſergehalt. Bei derſelben Temperatur hält das gewöhnliche phosphorſaure Natrum noch ein Atom Waſſer zurück; es verliert dieſes auch in der Rothglühhitze und geht in pyrophosphorſaures über.

Werden die pyrophosphorſauern Salze in Waſſer aufgelöſt und wiederhohlt kryſtalliſirt, ſo verwandeln ſie ſich dadurch nicht in gewöhnliche phosphorſaure Salze.

Läßt man ferner eine Auflöſung gewöhnliches phosphorſaures Salz eine Zeit lang kochen, ſo kryſtalliſirt dieß ganz eigenthümlich und behält nun dieſe Eigenſchafe hartnäckig bei.

Man hat demnach die gewöhnlichen, die gekochten und die pyrophosphorſauern Salze, mithin für dieſelben Salze drei, durch ihre bleibenden Eigenſchaften von einander verſchiedene Reihen, in welchen der Einfluß der durch eine einfache chemiſche Einwirkung erzeugten, beſondern Anordnung der kleinſten Theilchen ſich nicht verkennen läßt. In dieſen drei Salzreihen bleibt die chemiſche Zuſammenſetzung des trocknen Salzes dieſelbe und nur der Kryſtallwaſſergehalt ändert ſich. Anderntheils wirken aber auch die gewöhnlichen phosphorſauern Salze chemiſch verſchieden von den pyrophosphorſauern, und dieſes Verhalten mit dem Vorigen zuſammen genommen, iſt gewiß eine der merkwürdigſten Entdeckungen der neuern Chemie.

Noch hat man nichts Ähnliches an den geglühten arſenikſauern Salzen beobachtet, aber die gekochten Salze dieſer Gattung beſitzen Eigenſchaften, die viele Ähnlichkeit mit dem Verhalten der auf gleiche Weiſe behandelten phosphorſauern hat.

Phosphorichtſaure Salze. (Phosphites.)

981. Zuſammenſetzung. In den neutralen, phosphorichtſauern Salzen verhält ſich die Sauerſtoffmenge des

Oxydes zu der der Säure wie 2 : 3 und ſie beſtehen demnach aus

Baſis = { 1 At. Metall
1 At. Sauerſtoff

Säure = { 1 At. Phosphor
$1\frac{1}{2}$ At. Sauerſtoff

Im Feuer zeigen ſie ein verſchiedenes Verhalten, je nachdem ſie neutral, ſauer oder baſiſch ſind. Wirft man ſie auf glühende Kohlen, ſo erzeugen die ſauern eine ſchöne gelbe Flamme, die neutralen aber bringen eine ſchwächere und die baſiſchen eine noch minder intenſive Flamme hervor. In verſchloſſenen Gefäßen erhitzt, entbinden die baſiſch phosphorichtſauern Salze Phosphorwaſſerſtoffgas, etwas Phosphor und es bleibt ein röthlich gelber Rückſtand, der ein in Säuren lösliches baſiſches phosphorſaures Salz iſt.

Faſt alle phosphorichtſauern Salze ſind unauflöslich; die von Baryt und Strontian ſind etwas löslich und fähig zu kryſtalliſiren; phosphorichtſaures Kali, Natrum und Ammoniak ſind dagegen ſehr auflöslich im Waſſer und zerfließen ſogar an der Luft; in Alkohol löſen ſie ſich jedoch nicht auf.

In der Natur findet ſich kein phosphorichtſaures Salz, und man erhält ſie nur durch direkte Verbindung der Phosphorſäure mit den Baſen.

Arſenikſaure Salze. (Arseniates.)

982. Zuſammenſetzung. In den phosphorſauern Salzen verhält ſich der Sauerſtoff der Baſis zu dem der Säure wie 2 : 5; auf gleiche Weiſe verhält es ſich auch bei den arſenikſauern Salzen. Sie beſtehen aus

Baſis = { 1 At. Metall
1 At. Sauerſtoff

Säure = { 1 At. Arſenik
$2\frac{1}{2}$ At. Sauerſtoff

Die doppeltarſenikſauern Salze enthalten für dieſelbe Menge Baſis zweimal ſo viel Säure; es giebt auch anderthalb, ſo wie baſiſche arſenikſaure Salze.

983. Alle arſenikſauren Salze ſchmelzen bei mehr oder minder hoher Temperatur, oder fangen wenigſtens an in Schmelzung überzugehen. Die am meiſten ſchmelzbaren ſind das arſenikſaure Kali und Natrum. Nur ſehr wenige Salze dieſer Gattung werden im Feuer zerſetzt, und vorzugsweiſe nur ſolche, deren Oxyde für ſich ſchon leicht zu reduziren ſind, oder die, welche in eine höhere Oxydationsſtufe übergehen können.

Glüht man arſenikſaure Salze mit Kohle, ſo wird die Säure reduzirt, und auch die Baſis, wenn ſolche für ſich allein mit Kohle reduzirbar iſt. Iſt eine ſtarke Hitze zur Reduktion nöthig, ſo erhält man Kohlenſäure, Kohlenoxyd und Arſenik oder ſtatt deſſen auch ein Arſenikmetall; hat man dagegen nur niedrigere Temperatur angewendet, ſo erhält man kein Kohlenoxyd, aber Kohlenſäure und zum Theil freies, zum Theil mit dem Metall des Oxydes verbundenes Arſenik.

Noch hat man durch Verſuche nicht nachgewieſen, wie die übrigen brennbaren nicht metalliſchen Körper auf die arſenikſauern Salze wirken; aus der Wirkung der Kohle läßt ſich aber ſchließen, daß der Waſſerſtoff, das Bor, der Phosphor und der Schwefel ſie gleichfalls bei einer mehr oder minder hohen Temperatur zerſetzen; die Produkte laſſen ſich in dieſen Fällen auch mit ziemlicher Gewißheit voraus beſtimmen.

Das arſenikſaure Kali, Natrum und Ammoniak iſt ſehr auflöslich; die übrigen und beſonders das arſenikſaure Wismuth ſind es nur in überſchüſſiger Arſenikſä.

Bildet die Schwefelſäure mit der Baſis eines arſenikſauren Salzes ein unauflösliches Salz, ſo zerſetzt ſie daſſelbe entweder bei gewöhnlicher oder etwas erhöhter Temperatur. Ein ganz anderes Verhalten zeigt ſich, wenn man die Schwefelſäure bei Rothglut einwirken läßt, denn dann wird ſie ſelbſt aus ihren feſteſten Verbindungen durch die Arſenikſäure ausgetrieben; man bemerkt dieß, wenn man ein Gemenge von ſchwefelſauerm Kali und Arſenikſäure mit einander glüht: es bildet ſich dann ſchweflichte Säure, Sauerſtoff und arſenikſaures Kali.

Die Phosphorſäure, Salpeterſäure, Chlorwaſſerſtoffſäure, Fluorwaſſerſtoffſäure, und Jodwaſſerſtoffſäure wirken im liquiden Zuſtand faſt auf alle arſenikſauren Salze; ſie löſen ſie ſammt der Baſis, mit der ſie lösliche Salze bilden können, auf und es entſtehen dann ſauere arſenikſauere Salze.

Gießt man die Auflöſung des neutralen arſenikſauren Kalis, Natrums oder Ammoniaks in eine gleichfalls neutrale Barytauflöſung, ſo fällt neutraler arſenikſaurer Baryt nieder; wendet man dagegen andere auflösliche Neutralſalze an, ſo erhält man ſtets ein unlösliches baſiſches arſenikſaures Salz und andererſeits ein auflösliches ſaures Salz.

984. Natürliche arſenikſaure Salze kennt man bis jetzt fünf, nämlich: das arſenikſaure Eiſen, Kupferoxyd, Kobaltoxyd, Nickeloxyd und Bleioxyd. *) Das arſenikſaure Eiſen iſt ſehr ſelten, dagegen findet man das Kobaltſalz häufiger; es kommt nicht blos in den Kobalt- ſondern auch in den Kupfer- und Silbergruben vor.

Die löslichen arſenikſauren Salze kann man direkte bereiten durch Vereinigung der Arſenikſäure mit Baſen; man bedient ſich jedoch eines minder koſtſpieligen Verfahrens, indem man nämlich ſalpeterſaures Kali oder Natrum mit arſenichter Säure glüht, wodurch arſenikſaures Kali oder Natrum entſteht. Die unauflöslichen arſenikſauern Salze verſchafft man ſich durch doppelte Wahlverwandtſchaft. Das Glühen der arſenichten Säure mit Salpeter wird in gußeiſernen Cylindern vorgenommen, wobei ſich aber zugleich Arſenikeiſen in Form von gelben ſchwefelkiesähnlichen Blättchen bildet.

Arſenichtſaure Salze. (Arsenites.)

985. Die Sauerſtoffmenge des Oxydes verhält ſich zu der der Säuren in dieſen Salzen wie 2 : 3 und ſie beſtehen aus:

*) Wir fügen noch ein ſechſtes hinzu, nämlich den arſenikſauern Kalk (Pharmakolith). A. u. E.

Baſis = { 1 At. Metall
1 At. Sauerſtoff

Säure = { 1 At. Arſenik
$1\frac{1}{2}$ At. Sauerſtoff

Die arſenichtſauern Salze zeigen, wenn man ſie in verſchloſſenen Gefäßen erhitzt, ein ſehr verſchiedenes Verhalten; bald wird die Sänre daraus frei und das Oxyd bleibt zurück, bald zerſetzt ſich ein Theil der Säure, indem ſich einerſeits Arſenikſäure, anderſeits metalliſches Arſenik bildet. Die alkaliſchen arſenichtſauren Salze gehören hierher.

Die einfachen brennbaren Körper, welche die arſenichtſauern Salze zerſetzen, wirken auf die arſenichtſauren ſchon bei niedrigerer Temperatur und zerſetzen ſie leichter, indem ſie übrigens dieſelben Produkte geben.

Sehr auflöslich ſind unter allen übrigen arſenichtſauern Salzen das arſenichtſaure Kali, Natrum und Ammoniak; der arſenichtſaure Kalk, Baryt und Strontian iſt nur in einem großem Überſchuß dieſer Baſen oder der arſenichten Säure ſelbſt auflöslich.

Diejenigen Baſen, welche die meiſte Tendenz haben, ſich unter Mitwirkung des Waſſers mit der arſenichten Säure zu verbinden ſind der Baryt, der Strontian und der Kalk; hierauf folgen das Lithion, das Kali, das Natrum und das Ammoniak.

Bringt man die Schwefelſäure, Salpeterſäure, Chlorwaſſerſtoffſäure, Phosphorſäure ꝛc. in Berührung mit einem arſenichtſauren Salze, ſo wird dieſes vollkommen zerſetzt und es entſteht ein neues Salz; die frei werdende arſenichte Säure löſt ſich zuweilen in überſchüßig angewendeter Säure auf. Da die arſenichte Säure eine ſchwache Säure iſt, ſo ſpielt ſie zuweilen die Rolle einer Baſis; ſo löſt z. B. die Salpeterſäure dieſelbe auf, allein beim Abdampfen, ſetzt ſie ſich zum Theil wieder daraus ab, während ein andrer Theil in Arſenikſäure übergeht.

Die Schwefelwaſſerſtoffſäure wirkt auf die arſenichtſauern Salze der zweiten Abtheilung nicht, ſie zerſetzt aber faſt alle die der übrigen Abtheilungen.

Bis jetzt hat man nur das arſenichtſaure Blei in der Natur gefunden. Das arſenichtſaure Kali und Natrum bereitet man durch direkte Verbindung der Säure mit dieſen Baſen. Man nimmt die Operation in einem Glaskolben vor, indem man einen Überſchuß von arſenichter Säure mit Kali darin $\frac{1}{4}$ Stunde kocht, von Zeit zu Zeit umſchüttelt, nachher filtrirt und abdampft.

Borſaure Salze. (Borates.)

986. Nach **Berzelius** ſind die borſauern Salze ſo zuſammengeſetzt, daß deren Säure ſechsmal ſo viel Sauerſtoff enthält als ihre Baſis; ſie beſtehen demnach aus

$$1\,\text{At. Baſis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerſtoff} \end{cases}$$

$$2\,\text{At. Säure} = \begin{cases} 4\,\text{At. Bor} \\ 6\,\text{At. Sauerſtoff} \end{cases}$$

Es giebt auch doppelt borſaure Salze, ſo wie anderthalb und dreifach baſiſche Salze dieſer Gattung.

Die borſauern Salze werden im Feuer nicht verändert, ſo ſtark auch die Hitze ſeyn mag. Nur diejenigen, deren Oxyde durch die Wärme reduzirt werden, ſind zerſetzbar, weil die Borſäure für ſich allein feuerbeſtändig und unveränderlich iſt. Sobald keine Zerſetzung möglich iſt, ſo verglaſen ſich die borſauern Salze und zwar um ſo leichter, wenn das Oxyd ſelbſt ſchon ſchmelzbar iſt.

Da die Borſäure durch die einfachen brennbaren Körper nicht zerſetzt wird, ſo folgt daraus, daß die borſauren Salze gleichfalls nur ſehr ſchwierig eine Zerſetzung durch dieſe Körper erleiden, wenn zugleich das Metall und das Bor wenig Neigung haben ſich mit einander zu verbinden; haben dagegen die Baſen wenig Verwandtſchaft zu der Borſäure, ſo kann auch der Fall eintreten, daß dieſe Baſen allein zerſetzt werden durch den brennbaren Körper. So wird z. B. das borſaure Kupfer durch Kohle, Waſſerſtoff ꝛc. zerſetzt, weil dieſe das Kupferoxyd reduziren, während dann die Borſäure frei wird; behandelt man dagegen borſaures Eiſen mit Waſſerſtoff, ſo erhält man Boreiſen.

Die Kohle ſcheint ſogar fähig zu ſeyn das boraxſaure Natrum zu reduziren, indem ſich dabei entweder freies Bor oder Bornatrium bildet.

Faſt alle borſauern Salze ſind unauflöslich und nur das borſaure Kali, Natrum, Ammoniak und Lithion werden vom Waſſer in ziemlicher Menge aufgelöſt. Gewiſſe borſaure Salze löſen ſich in einem Säureüberſchuß auf.

Hinſichtlich ihrer Verwandtſchaft zur Borſäure bei Mitanweſenheit des Waſſers ſcheinen die Baſen in nachſtehender Ordnung auf einander zu folgen: Baryt, Strontian, Kalk behaupten den erſten Rang, Kali und Natrum den zweiten, und darauf folgen dann Ammoniak, Magneſia ꝛc.

In der Siedhitze oder noch darunter werden die borſauern Salze faſt durch alle Säuren zerlegt, nur die ſchwächſten nämlich die Kohlenſäure ꝛc., ſind davon ausgenommen. Man bereitet z. B. die Borſäure, indem man eine Auflöſung von borſauerm Natrum in Waſſer durch Schwefelſäure zerſetzt. Auf trocknem Wege, d. h. in höherer Temperatur kann nur die Phosphorſäure die borſauern Salze zerſetzen.

Es iſt kaum zu bemerken nöthtg, daß die auflöslichen borſauren Salze durch diejenigen löslichen Salze zerſetzt werden, deren Oxyde ein unauflösliches borſaures Salz bilden können. (912.)

Zwei borſaure Salze kommen in der Natur vor, nämlich das borſaure Natrum oder der käufliche Borax und die borſaure Magneſia, welche die Mineralogen Borazit nennen. Den Borax findet man hauptſächlich in verſchiedenen Seeen von Thibet, mit einer fetten Subſtanz vermengt. Mehrere Mineralien enthalten Borſäure, aber in ſo geringer Menge, daß dieſelbe nur als zufälliger Gemengtheil erſcheint. Den Borax gewinnt man aus den indiſchen Seeen, ferner bereitet man ihn durch direkte Vereinigung der in Toskana vorkommenden Borſäure mit kohlenſauerm Natrum. Alle übrigen borſauern Salze können durch Verbindung der Baſis mit Borſäure erhalten werden und die unauflöslichen ſtellt man durch doppelte Wahlverwandtſchaft dar. Es iſt übrigens ſchwer ſie immer auf eine gleiche Weiſe zuſammen-

geſetzt zu erhalten, da die unlöslichen borſauern Salze offenbar einen Theil ihrer Säure dem Waſſer abtreten, womit ſie ausgeſüßt werden.

Kohlenſaure Salze. (Carbonates.)

987. Die Sauerſtoffmenge der Baſis verhält ſich in den kohlenſauern Salzen zu der der Säure wie 1 : 2 und ſie beſtehen demnach aus

Baſis = { 1 At. Metall
1 At. Sauerſtoff

Säure = { 2 At. Kohlenſtoff
2 At. Sauerſtoff

Es giebt auch anderthalb, doppelt, zwei Drittel und halb kohlenſaure Salze.

Der neutrale kohlenſaure Baryt, das kohlenſaure Kali und Natrum ſind die einzigen kohlenſauern Salze, welche im Feuer nicht zerſetzt werden; kohlenſaurer Strontian und Kalk erfordern zu ihrer Zerſetzung eine ſehr hohe Temperatur, dagegen ſind kohlenſaure Magneſia, kohlenſaures Zink, Eiſen und Mangan bei weitem leichter als jene zu zerſetzen. Alle übrigen kohlenſauern Salze zerſetzen ſich ſchon in einer Temperatur, welche die Rothglut noch nicht erreicht. Die Kohlenſäure entbindet ſich dann als Gas, während die Oxyde frei zurück bleiben. Das Eiſen- und Manganoxydul jedoch entbinden beim Glühen Kohlenoxydgas, indem dieſe Oxydule der Kohlenſäure eine Atom Sauerſtoff entziehen und in Oxyde übergehen. Die Zerſetzung der kohlenſauern Salze findet übrigens nur ſtatt, wenn ſie keinem Drucke unterworfen ſind, denn durch den berühmten Verſuch von Hill wurde gezeigt, daß z. B. der kohlenſaure Kalk in dicken eiſernen Röhren eingeſchloſſen ſchmilzt, ohne ſich zu zerſetzen.

Diejenigen kohlenſauern Salze, welche durch die Hitze allein nicht zerſetzt werden, können mit Hilfe des darüber ſtreichenden Waſſerdampfes in dunkler Rothglut zerlegt werden. Man kann dieſes beweiſen, indem man die fraglichen Salze in ein kleines Platinſchälchen bringt und daſſelbe

in eine Porzellanröhre ſetzt, die man glüht und wodurch man zu gleicher Zeit Waſſerdämpfe ſtreichen läßt.

988. Die brennbaren nicht metalliſchen Körper wirken bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf die trocknen kohlenſauern Salze; in der Wärme dagegen zeigen ſie eine ſehr verſchiedene Einwirkung. Kann das angewendete kohlenſaure Salz ſchon durch eine Hitze zerſetzt werden, welche die Rothglut noch nicht erreicht, ſo entbindet ſich die Säure daraus ohne eine Veränderung zu erleiden. Kann aber das kohlenſaure Salz die Rothglühhitze vertragen, ſo bemächtigen ſich der Waſſerſtoff, das Bor, der Kohlenſtoff und der Phosphor entweder eines Theils, oder des ganzen Sauerſtoffgehaltes der Kohlenſäure und es bilden ſich verſchiedene Produkte nämlich: aus Waſſerſtoff und kohlenſaurem Baryt, Kali oder Natrum, Kohlenoxydgas und die Hydrate dieſer Baſen; aus Waſſerſtoff und kohlenſauerm Strontian und Kalk, Waſſer, Kohlenoxydgas und Strontian oder Kalk; aus Kohle und irgend einem dieſer kohlenſauern Salze, Kohlenoxydgas und das freie Oxyd des Salzes; aus Phosphor und Bor und einem dieſer kohlenſauern Salze, Kohlenoxydgas oder Kohlenſtoff und ein phosphorſaures oder borſaures Salz.

Das Chlor unter Mitwirkung des Waſſers wirkt auf die kohlenſauern Salze wie auf ihre Baſen ſelbſt und die Kohlenſäure wird frei.

Die Metalle der dritten Abtheilung zerſetzen die Säure des kohlenſauern Baryt's, Kali's und Natrums und wahrſcheinlich auch des Strontians und Kalks und verwandeln ſie in Kohlenoxydgas.

989. Das Waſſer löſt nur vier kohlenſaure Salze auf, nämlich das kohlenſaure Kali, Natrum, Ammoniak und Lithion und ſelbſt dieſes letztere iſt nur wenig löslich. Andere kohlenſaure Salze dagegen löſen ſich mit Hilfe überſchüſſiger Kohlenſäure im Waſſer auf; hierher gehören der kohlenſaure Kalk und die Magneſia. Der ſaure kohlenſaure Kalk findet ſich ſehr häufig in den Säuerlingen, aber ſchon durch den Kontakt mit der Luft und bei gewöhnlicher Temperatur entbindet ſich der Säureüberſchuß in Folge ſeiner Elaſtizität und das neutrale kohlenſaure Salz ſetzt ſich dann zu Boden. Daher

rühren die Ablagerungen oder Inkruſtirungen von kohlenſauerm Kalk auf Körpern, welche ſtets mit ſolchen Waſſern in Berührung ſind.

Die Kohlenſäure bleibt in hoher Temperatur verbunden mit Kali und Natrum, nicht aber mit Kalk und Strontian, indeſſen trübt doch das Kalk- und Strontianwaſſer die Auflöſungen von kohlenſaurem Kali und Natrum. Demnach wäre die Ordnung, in welcher die Baſen hinſichtlich ihrer Verwandtſchaft zu der Kohlenſäure auf einander folgten dieſe: Kalk, Strontian, Baryt, Lithion, Kali und Natrum.

Ein weſentlicher Charakter der kohlenſauern Salze iſt noch, daß ſie ſämmtlich bei gewöhnlicher Temperatur durch alle Säuern und vorzüglich durch die im Waſſer aufgelöſten, ſelbſt durch Schwefel- und Selen-Waſſerſtoffſäure zerſetzt werden. Die Kohlenſäure entbindet ſich mit mehr oder minder ſtarkem Aufbrauſen.

990. In der Natur findet man zwölf kohlenſaure Salze, nämlich die von Kalk, Eiſenoxydul, Natrum, Kali, Kupferoxyd, Blei, Zink, Baryt, Strontian, Magneſia, Mangan und den Dolomit oder das kohlenſaure Doppelſalz von Kalk und Magneſia. Der kohlenſaure Kalk iſt außerordentlich häufig in der Natur; er bildet den Marmor, die Kreide, den dichten Kalkſtein ꝛc. und man findet ihn in den älteſten, ſo wie in den jüngſten Gebirgsformationen. Er macht gewöhnlich auch einen Beſtandtheil des kultivirten Bodens aus.

Das kohlenſaure Eiſen, obgleich minder häufig als der kohlenſaure Kalk, findet ſich doch noch in ziemlich bedeutenden Maſſen in Stöcken oder Gängen mitten in ältern Gebirgsformationen. Es kommt auch nieren- oder neſterweiſe in größern zuſammengehäuften Maſſen oder in dünnen Schichten im Steinkohlengebirge vor. Faſt alle engliſchen Eiſenſteine beſtehen daraus, auch in den Steinkohlengruben zu St. Etienne in Frankreich findet man das Eiſen auf dieſe Weiſe.

Die übrigen natürlichen kohlenſauern Salze wollen wir bei Betrachtung der einzelnen Arten näher kennen lernen.

Da alle kohlenſauern Salze mit Ausnahme von dreien unauflöslich ſind, ſo erhält man ſie durch doppelte Wahlverwandtſchaft. Das kohlenſaure Blei, bekannt unter dem Na-

men von Bleiweiß wird jedoch durch ein beſonderes Verfahren bereitet, welches ſpäter ausführlich erwähnt werden wird. Eben ſo iſt die Bereitung des kohlenſauern Kalis und Natrums weiter unten in beſondern Kapiteln abgehandelt.

Kieſelſaure Salze. (Silicates.)

991. In den neutralen kieſelſauern Salzen verhält ſich nach Berzelius Annahme der Sauerſtoff der Baſis zu dem der Säure wie 1 : 3. In Folge der Reſultate, welche wir früher ſchon hinſichtlich des Kieſel-Chlorides und Fluorides angeführt haben und nach andern über die künſtlichen Silicate oder kieſelſauern Salze beobachteten Thatſachen, iſt es wahrſcheinlicher, daß die Sauerſtoffmenge der Baſis zu der der Säure in den neutralen Salzen ſich wie 1 : 4 verhält. Da man jedoch noch keine Gewißheit über dieſen Gegenſtand hat, ſo nehmen wir der Bequemlichkeit wegen mit Beudant dieſes Verhältniß wie 1 : 1 an, und man hätte dann in dieſen Salzen

$$1\text{ At. Baſis} = \begin{cases} 1\text{ At. Metall} \\ 1\text{ At. Sauerſtoff} \end{cases}$$

$$1\text{ At. Säure} = \begin{cases} 1\text{ At. Kieſel} \\ 1\text{ At. Sauerſtoff} \end{cases}$$

Die kieſelſauern Salze haben übrigens ſehr verſchiedene Sättigungsgrade.

Merkwürdig iſt es, daß die Natur, welche ſo viele Salze dieſer Gattung aufzuweiſen hat, nur zwei darbietet, die nach unſerer Anſicht neutral ſind; es iſt dieß die kieſelſaure Beryllerde, die ſich im Smaragd vorfindet und der kieſelſaure Baryt, im Harmotom. Unter allen bekannten Silicaten ſind dieß die einzigen, welche hinſichtlich ihrer Sättigung dem gewöhnlichen Glaſe gleichen; es iſt dieß auch einer der Hauptgründe, welcher uns beſtimmte, eine Bezeichnung zu gebrauchen, welche ohne irgend ein Vorurtheil damit zu verbinden, bloß die durch die Erfahrung beſtimmten Verhältniſſe ausdrückt. Einige Beiſpiele mögen die für die Bezeichnung der Zuſammenſetzung der Silicate gebrauchten Methode er-

läutern, die übrigens noch den Vortheil hat, mit Berzelius's mineralogiſchen Formeln oder Zeichen übereinzuſtimmen.

Einfach-kieſelſaure Salze. In den ſo bezeichneten Salzen verhält ſich der Sauerſtoff der Baſis zu dem der Säure wie 1 : 1; dieſe kommen ſehr häufig in der Natur vor. Die kieſelſaure waſſerhaltige Magneſia oder der Marmolith, das hydratiſche kieſelſaure Zink, das hydratiſche kieſelſaure Mangan, die kieſelſaure Zirkonerde oder der Zirkon gehören hierher.

Doppelt-kieſelſaure Salze. Der Sauerſtoffgehalt der Kieſelerde iſt darin doppelt ſo groß als der der Baſis. Dieſe finden ſich bei weitem am häufigſten vor. Der doppelt-kieſelſaure Kalk oder Wollaſtonit, die doppelt kieſelſaure Magneſia (Pyrallolith), das rothe doppelt-kieſelſaure Mangan, das zweifach kieſelſaure Kupfer (Dioptas) ꝛc. zeigen dieſen Sättigungsgrad. Von den künſtlichen kieſelſauern Salzen iſt das Bouteillen-Glas hierher zu zählen.

Dreifach kieſelſaure Salze. Dieß ſind die neutralen kieſelſauern Salze Berzelius's. Man kennt deren zwar viele, allein doch bei Weitem weniger als von den vorhergehenden. Hierher gehören: die dreifach kieſelſauern Salze von Kalk, von waſſerhaltiger Magneſia (Speckſtein), von hydratiſchem Eiſenoxydul (Chloropal) und endlich von Thonerde oder der fette Töpferthon. Dieſer Sättigungsgrad findet ſich noch häufiger in den ſo vielfach in der Natur vorkommenden kieſelſauern Doppel- oder Tripel-Salzen.

Vierfach-kieſelſaure Salze. Die weißen Gläſer, das Kryſtallglas, Flintglas und der Straß ſind Verbindungen dieſer Art. Unter den natürlichen Silicaten findet ſich kein einziges, welches bloß daraus beſtünde, allein man kennt Mineralien, welche aus zwei verſchiedenen kieſelſauern Salzen zuſammengeſetzt ſind, und wovon das Eine ein vierfaches Silicat iſt. Hierher gehört der Smaragd, der ein Atom vierfach kieſelſaure Beryllerde und zwei Atome doppelt kieſelſaure Thonerde enthält; ferner der Harmotom, welcher aus einem Atom vierfach kieſelſauerm Baryt, vier Atomen kieſelſaurer Thonerde und ſechs Atomen Waſſer beſteht.

Sechsfach-kieſelſaure Salze. Dieſe kommen nur in Verbindung mit andern Silicaten, nie aber allein vor. Der Apophyllit enthält ſechsfach kieſelſaures Kali, der Petalith ſechsfach kieſelſaures Lithion und der Sphen ſechsfach kieſelſauern Kalk. Dieſen Sättigungsgrad der Kieſelſäure findet man nur ſelten in der Natur; das Glas mit einfacher alkaliſcher Baſis ſcheint auch zur Bildung deſſelben geneigt zu ſeyn.

Doppelt-baſiſche oder halb kieſelſaure Salze. Der Cyanit, ein Thonerdeſilicat liefert hierzu ein Beiſpiel; dieſer Sättigungsgrad kommt übrigens ſehr ſelten vor.

Drittel-, viertel- und ſechſtel-kieſelſaure Salze. Dieſe Verbindungen ſind ſelten oder noch zweifelhaft, ſowohl als Verbindungen für ſich oder als zuſammengeſetzte Silicate.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt ſich, daß faſt alle bekannten kieſelſauern Salze ſich in die vier erſten Gruppen einreihen laſſen.

992. Im Feuer äußern alle Silicate das Beſtreben zu ſchmelzen; ſehr häufig ſchmilzt das kieſelſaure Salz bei einer höhern Temperatur vollkommen und dieſe Eigenſchaft der Kieſelerde wird in der Metallurgie vortheilhaft benützt. Die kieſelſauern Salze ſpielen dann bei dieſen großartigen Operationen dieſelbe Rolle wie der Borax in den Laboratorien. Bei der Verfertigung der Ziegel oder der Töpferwaaren benützt man die Eigenſchaft anderer Silicate, im ſtärkſten Feuer blos zuſammen zu backen, ohne in den Fluß zu kommen.

Alle Silicate können mit Hilfe des Newmanniſchen Knallgebläſes geſchmolzen werden; im Eſſenfeuer aber ſintern zwei der ſchwer ſchmelzbarſten nur zuſammen, nämlich die kieſelſaure Thonerde und kieſelſaure Magneſia.

Es iſt klar, daß der Sättigungszuſtand der Silicate auf ihre Schmelzbarkeit einen großen Einfluß hat, allein noch hat man wenig genaue Reſultate darüber aufzuweiſen. Es ſcheint übrigens als ob die einfachen oder doppelt-kieſelſauern Salze am leichteſten ſchmelzen; aus den im Folgen-

den angeführten Beiſpielen ſcheint dieß wenigſtens hervorzugehen.

Probirte Gemenge.	Ungefähr entſprechender Sättigungszuſtand.	Wirkung des Feuers.
1 Th. Kieſelerde 1 Th. Kalk	Doppelſilicat	ſchmilzt.
1 „ dergl. 2 „ desgl.	einfaches Silicat	backt zuſammen.
2 „ dergl. 1 „ desgl.	vierfaches Silicat	desgl.
1 „ dergl. 1 „ Thonerde	einfaches Silicat	desgl.
1 „ dergl. 2 „ dergl.	Halbſilicat	bleibt pulverförm.
2 „ dergl. 1 „ dergl.	Doppelſilicat	desgl.

Die Schmelzbarkeit der kieſelſauern Salze hängt größtentheils von der ihrer Baſen ab; demnach ſind die ſchmelzbarſten die von Blei, Wismuth, Kali und Natrum; die am ſchwerſten ſchmelzbaren ſind dagegen ſolche, welche durch unſchmelzbare Oxyde gebildet werden, wie die Thonerde und Magneſia. Die Kieſelſäure und Magneſia verhalten ſich im Feuer gerade wie die Kieſelſäure und Thonerde.

993. Die im Feuer unſchmelzbaren Silicate, nämlich die von Thonerde und Magneſia, vermindern jedoch in demſelben ihr Volumen mehr oder minder beträchtlich. Auf dieſe Eigenſchaft iſt das Pyrometer von Wedgwood gegründet. Indem man nämlich annahm, daß dieſe Zuſammenziehung mit der ſteigenden Temperatur regelmäßig zunimmt, ſo konnte man dieß als ein ſehr zweckmäßiges Mittel zur Beſtimmung hoher Temperaturen betrachten. Allein man hat die Unrichtigkeit dieſer Annahme nachgewieſen, und gezeigt, daß die Zuſammenziehung dieſer Silicate nicht regelmäßig mit der Temperatur ſich vermehrt, und daß übrigens die Länge der Zeit, während welcher ſie dem Feuer ausgeſetzt ſind, merklichen Einfluß darauf hat. Vielleicht hat man aber doch mit Unrecht den Gebrauch des Wedgwoodſchen Pyrometers ganz verworfen. Wenn irgend ein Pyrometer in den Künſten angewendet werden kann, ſo iſt es wahrſcheinlich, daß dieſer noch am beſten einem ſolchen Zwecke entſpricht. Indeſſen weiß man auch, daß alle im Feuer zu behandelnden Stoffe ſelbſt als Pyrometer dienen, indem ſie gewiſſe Merkmale zeigen, die durch einige Übung ſich leicht erkennen laſſen.

994. Die Silicate, welche zwei oder mehrere Baſen enthalten, ſind gewöhnlich ſchmelzbar. Alle diejenigen, wel-

che im Feuer ſchmelzen, können auch durch langſames Erkalten zum Kryſtalliſiren gebracht werden, und durch dieſe Eigenſchaft wird man in den Stand geſetzt, mehrere Mineralſpezies zu erzeugen.

Die Silikate von Kali und Natrum verlieren im Feuer einen Theil ihrer Baſis, bis ſie einen Sättigungszuſtand erreicht haben, der noch nicht genau ausgemittelt worden. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß ſie, ſo lange ſie nicht in vierfach-kieſelſaure Salze übergegangen ſind, noch einen Theil ihrer Baſis fahren laſſen.

995. Das kieſelſaure Kali und Natrum iſt im Waſſer auflöslich; als einfaches, doppeltes, ſelbſt als dreifaches Silicat löſen ſich dieſe im kalten Waſſer auf und deliqueszíren ſogar. Als ſechsfache Silicate jedoch werden ſie vom kalten Waſſer kaum mehr angegriffen, obgleich ſie ſich im kochenden Waſſer noch auflöſen.

Die Silicate mit alkaliſcher Baſis vereinigen ſich mit den kieſelſauern Erden und Metalloxyden und bilden Verbindungen, welche weniger vom Waſſer angegriffen werden als die reinen kieſelſauern Alkalien, allein das ſiedende Waſſer löſt doch einen Theil des alkaliſchen Silicates davon auf. Dieſes Verhalten zeigt ſich bei dem gewöhnlichen Glaſe, denn Scheele bewieß durch Verſuche, daß wenn reines Waſſer lange Zeit in Glas gekocht wird, es ein kieſelſaures Alkali daraus auflöſt, während der kieſelſaure Kalk ſich als weißer Niederſchlag zu Boden ſetzt. Wird das Glas ſehr fein pulveriſirt, ſo wirkt ſchon das kalte Waſſer auf ähnliche Weiſe. Auch wenn man feines Glaspulver auf befeuchtetes Kurkumapapier bringt, färbt ſich dieſes augenblicklich braunroth in Folge der alkaliſchen Reaktion des kieſelſauern Kali's oder Natrums, welches ſich auflöſt.

Alle kieſelſauern Salze, mit Ausnahme des genannten kieſelſauern Kali's und Natrums oder ſolcher zuſammengeſetzter Silicate, in welchen dieſe beiden einen Beſtandtheil bilden, ſind unauflöslich.

996. Die löslichen kieſelſauern Salze werden in der Kälte ſchon durch die Säuren und ſogar durch die Kohlenſäure zerſetzt; es bilden ſich Kali und Natrumſalze, während

die Kieſelerde als durchſichtige Gallerte ſich abſetzt. Auch die unlöslichen Silicate werden durch Säuren, aber nur durch die ſtarken und konzentrirten zerſetzt. Iſt die Baſis des Silicates unlöslich, ſo muß man gewöhnlich die Wärme zu Hilfe nehmen; iſt es aber ein kieſelſaures Salz mit alkaliſcher Baſis, ſo findet die Wirkung ſchon bei gewöhnlicher Temperatur Statt. Die Kieſelſäure ſondert ſich immer als gallertartige Maſſe aus; gewöhnlich iſt jedoch die Einwirkung der Säure nur partiell, oder erfordert wenigſtens lange Zeit, wenn ſie vollſtändig erfolgen ſoll. Die Fluorwaſſerſtoffſäure greift alle kieſelſauern Salze an, indem ſich Kieſelfluoride und Verbindungen von Fluor mit dem Metall der Baſis aus den Salzen bilden und ſo entſtehen faſt immer Doppelfluoride.

Die ätzenden und kohlenſauern Alkalien wirken nur äuſſerſt ſchwach auf die unlöslichen Silicate, wenn ſie im aufgelöſten Zuſtand angewendet werden; auf die aufgelöſten Silicate wirken ſie gar nicht. Wendet man dagegen Rothglühhitze an, ſo zerſetzt das Kali oder Natrum, ja ſelbſt beide im kohlenſauren Zuſtand alle unauflöslichen Silicate, machen deren Baſis frei und bilden kieſelſaures Kali oder Natrum. Bei dieſen Reaktionen muß ſtets ein Überſchuß von genannten Alkalien angewendet werden, indem ſich ſonſt zuſammengeſetzte Silicate bilden könnten. Mit Hilfe dieſes Mittels werden gewöhnlich alle Silicate analyſirt; man glüht ſie in einem Platintiegel mit überſchüſſigem kohlenſaurem Natrum. Die geſchmolzene Maſſe wird durch Salzſäure behandelt, worin ſie ſich ſchnell unter Hinterlaſſung der Kieſelerde auflöſt, welche nicht davon angegriffen wird. Die Salzſäure bemächtigt ſich hierbei ſowohl der frei gewordenen Baſen, als auch des Natrums aus dem neugebildeten kieſelſauern Natrum. Die neuen in der Auflöſung befindlichen Salze werden dann durch die in der chemiſchen Analyſe üblichen Methoden vollends von einander geſchieden.

997. Die alkaliſchen, ſo wie viele andere ſchmelzbare Silicate erhält man durch Zuſammenſchmelzen von Kieſelerde mit reinen oder kohlenſauern Baſen. Die unauflöslichen Silicate können mit Hilfe doppelter Zerſetzung dargeſtellt wer-

den, indem man in aufgelöſte Salze eine Auflöſung von kieſelſauerm Kali gießt.

Die auf naſſem Wege künſtlich erzeugten Silicate ſind noch wenig unterſucht; wir werden ſpäter bei dem kieſelſauerm Kali oder dem Waſſerglaſe davon ſprechen. (1398.)

Die natürlichen Silicate, welche ſo häufig und in großen Maſſen auf der Erdoberfläche vorkommen, bilden beinahe die Hälfte der uns bekannten Mineralien. Wenn gleich dieſe in einem vollſtändigen, umfaſſenden chemiſchen Werke beſchrieben werden müſſen, ſo iſt dieß doch hier in einem der angewandten Chemie gewidmeten nicht erforderlich, indem wir bloß ſolche Specien aufführen werden, von denen in den Künſten nützliche Anwendung gemacht wird; dieſe ſollen dann bei den Baſen näher betrachtet werden, welche in ihnen vorkommen.

Viertes Buch.

998. Wir wollen in dieſem Buche diejenigen Metalle einer genauern Unterſuchung unterwerfen, welche nach der angenommenen Eintheilung die zwei erſten Abtheilungen bilden, nämlich

Kalium	Magneſium
Natrium	Yttrium
Lithium	———
———	Alumnium
Barium	Beryllium
Strontium	Zirkonium
Calcium	Thorium
———	———

Wir werden ſie in vorſtehender Ordnung ſtudiren, die deshalb die natürlichſte zu ſeyn ſcheint, weil die Modifikationen, welche deren Eigenſchaften erleiden, faſt regelmäßig in dieſer Reihe beim Übergang von einem Metall zu dem andern fortſchreiten.

Bei Lithium, Yttrium, Beryllium, Zirkonium und Thorium werden nur die Haupteigenſchaften erwähnt werden, weil man von dieſen Metallen keine techniſche Anwendung macht. Hinſichtlich des Bariums, Strontiums und Magneſiums werden wir uns auch mit einer mehr allgemeinen Betrachtung begnügen, weil ſie bis jetzt nur beſchränkte und minder wichtige Anwendung fanden. Dagegen werden wir beſondere Sorgfalt auf die Betrachtung des Kaliums, Natriums, Calciums und Alumniums verwenden, welche unter ſo mancherlei Formen in den Künſten äußerſt nützlich ſind.

———

Capitel I.

Kalium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Selen, Phosphor, Stickſtoff und Kohlenſtoff; Kaliſalze, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuern gebildet werden.

999. Als Metall iſt das Kalium in den Laboratorien eben ſo wichtig, als es ſeine verſchiedenen Salze für die Induſtrie ſind. So wie das Kalium für den Chemiker eines der kräftigſten Agentien iſt, ſo ſind auch die Kaliſalze bei der Bereitung des Alauns, des Salpeters, des Pulvers, des Glaſes, der Seife, der Bleichlauge und zuverſchiedenen andern induſtriellen Zwecken unentbehrlich. Wir werden deshalb hierbei mehr ins Einzelne eingehen, als bei andern Metallen.

Kalium.

(Synon. Lat. Kalium. Franz. Potassium.)

1000. Nachdem Davy dieſes Metall im Jahre 1807 entdeckt hatte, wurde es von ihm ſowohl, als auch von Gay-Luſſac und Thenard gründlich unterſucht.

Das Kalium iſt bei gewöhnlicher Temperatur ſtarr, läßt ſich aber demungeachtet leicht drücken und ſchneiden. Es iſt bildſam und weich wie Wachs, wovon man ſich leicht überzeugen kann, wenn man es unter Steinöl mit den Fingern zu kneten ſucht. Es beſitzt einen vollkommenen Metallglanz und wenn man es unter Naphta ſchmelzt oder zerſchneidet, ſo gleicht es im erſten Falle dem matten und im zweiten dem polirten Silber.

Sein ſpez. Gewicht iſt bei 15° C. 0,865; es iſt demnach leichter als Waſſer und ſchwerer als Naphta. Im Bruche iſt das Kalium kryſtalliniſch; es leitet die Wärme und Elektrizität ſehr gut. Bei 58° C. fängt es an flüſſig zu werden. In einer mit Stickſtoffgas erfüllten Glocke geht es bei anfangender Rothglühhitze in Dampf über, der ſchön grün gefärbt iſt. Am Schluſſe dieſes Kapitels werden wir von der Bereitung des Kaliums ſprechen.

Kaliumüberoxyd.

(Synon. Kaliumſuperoxyd. Lat. Kalium hyperoxydatum. Franz. Peroxide de potassium.)

1001. Das Kalium, wenn es in trockenes Sauerſtoffgas gebracht wird, abſorbirt daſſelbe, verliert ſeinen Glanz und überzieht ſich ſelbſt bei gewöhnlicher Temperatur mit einer Oxydkruſte. Steigert man die Temperatur, ſo iſt die Wirkung ſo lebhaft, und die Wärmeerzeugung ſo groß, daß die Glasglocken immer zerſpringen würden, wenn man das Kalium nicht in kleine Platinſchälchen brächte. Zum Gelingen des Verſuches iſt nothwendig, daß der Sauerſtoff im Überſchuß vorhanden und das Kalium ſo lange erhitzt werde, bis die Abſorption aufhört. Es bildet ſich dann Kaliumüberoxyd.

Dieſes Überoxyd iſt grünlich gelb, ſchon unter der Rothglut ſchmelzbar, ſchwerer als Waſſer und wird durch Hitze nicht verändert. Das Waſſer zerſetzt es und verwandelt es in Oxyd, was ſich darin auflöſt und in Sauerſtoff, der ſich entbindet. Auf gleiche Weiſe wirken die Säuren. Die meiſten Körper, welche ſich mit Sauerſtoff verbinden können, entziehen dem Überoxyd einen Theil deſſelben, und bilden Produkte, die leicht vorherbeſtimmt werden können. Das Kaliumüberoxyd beſteht aus:

1 At. Kalium	=	487,915
3 At. Sauerſtoff	=	300,000
1 At. Überoxyd	=	787,915.

Kaliumoxyd.

(Synon. Kali, Pflanzenlaugenſalz, fixes Pflanzenalkali. Lat. Kalium oxydatum, Alkali vegetabile. Franz. Protoxide de Potassium. Potasse.)

1002. Um dieſen Körper rein zu erhalten, erhitzt man in einer gekrümmten Glasglocke 2 At. Kalium und 1 At. Überoxyd dieſes Metalls, wodurch beide ſodann in Oxyd ſich verwandeln. Würde man Kalium im Überſchuß anwenden, ſo müßte man das Produkt ſtark erhitzen, um es wieder zu entfernen. Auch kann man dieſes Oxyd ſich bereiten, indem man in trockne kalte Luft dünne Blättchen von Kalium bringt, und nach und nach Sauerſtoff zutreten läßt, in dem Maaße als der der Luft abſorbirt wird. Hat die Abſorption aufgehört, ſo bringt man dieſe Blättchen in ein Platinnäpfchen, bringt dieſes nun in eine mit Stickſtoff gefüllte Glocke und erhitzt dann, um den kleinen Rückſtand von Kalium, auf welchen der Sauerſtoff vielleicht noch nicht eingewirkt haben könnte, zu verflüchtigen.

Das Kali iſt weiß, ſehr ätzend, ſchwerer als Waſſer, ſchmelzbar noch unter der Rothglühhitze, wird in hoher Temperatur nicht zerſetzt, zerfließt an der Luft und iſt folglich ſehr löslich im Waſſer. Im Auflöſungsmomente wird viel Wärme frei. Wird es im Sauerſtoffgas erhitzt, ſo abſorbirt es dasſelbe und verwandelt ſich in Überoxyd. Zerſetzt wird es durch Phosphor, Selen, Schwefel, Chlor, Jod und vielleicht durch Kohlenſtoff, Bor und Kieſel; aber nicht verändert wird es durch Waſſerſtoff und Stickſtoff.

Es beſteht aus

1 At. Kalium	=	487,915
1 At. Sauerſtoff	=	100,000
1 At. Kali	=	587,915.

Kalihydrat. (Hydrate de potasse.)

1003. Dieſer Körper, der ſo häufig benützt wird, iſt ſeit langer Zeit unter verſchiedenen Namen bekannt, nämlich als: Ätzkali, Ätzſtein, Pflanzenalkali Ätzkali

durch Kalk (potasse à la chaux) und Ätzkali durch Alkohol (potasse à l'alcohol) bereitet.

Wenn man, ſtatt den Sauerſtoff geradezu mit dem Kalium zu verbinden, letzteres auf Waſſer wirft, ſo wird dieſes plötzlich zerſetzt, es entbindet ſich Waſſerſtoffgas und eine bedeutende Menge Wärme wird erzeugt, die hinreicht um das Metall bis zum Rothglühen zu bringen. Man kann auch das Waſſerſtoffgas auffangen, wenn man das Kalium in ein mit Queckſilber gefülltes, umgeſtürztes Zylinderglas bringt, in welches man einige Kubikcentimeter Waſſer vorher ſchon gethan hat. Es findet eine ſehr lebhafte und plötzliche Entbindung von Waſſerſtoffgas Statt, während das Metall rothglühend wird. Experimentirt man bei offner Luft, ſo reicht die Temperatur noch hin, um das ſich entbindende Waſſerſtoffgas zu entzünden, ſelbſt dann wenn man das Kalium in ein auf einem Stück Eis gemachtes Grübchen legt. Dieſe merkwürdige Temperatur-Erhöhung hängt offenbar zugleich von der Bildung des Kaliumoxydes und von der Wirkung deſſelben auf das Waſſer ſelbſt ab, denn wir wiſſen bereits, daß das reine Oxyd mit Waſſer zuſammengebracht viel Wärme entbindet. Wendet man bei dieſem Verſuche eine beſtimmte Menge Kalium an und mißt das entbundene Waſſerſtoffgas, ſo kann man daraus die Zuſammenſetzung des Oxydes berechnen. Dampft man die Flüſſigkeit ab, ſo erhält man Kalihydrat. Hat ſich das Hydrat einmal gebildet, ſo kann man das Waſſer auf keine andere Weiſe mehr daraus entbinden, als wenn man es in ein Salz verwandelt; man kann ſich deshalb das reine waſſerfreie Kali nur auf die vorhin beſchriebene Weiſe verſchaffen. Das Hydrat dagegen läßt ſich auf eine bei weitem minder koſtſpielige Art darſtellen, und da es häufig in den Künſten, Laboratorien oder in der Medizin gebraucht wird, ſo müſſen wir über die Bereitung deſſelben genaue Vorſchriften geben.

1004. Eigenſchaften. Das Kalihydrat iſt ſtarr, weiß, ſehr kauſtiſch, ſtark alkaliſch, ſchmilzt ſchon unter der Rothglühhitze, zerfließt an der Luft und zieht die Feuchtigkeit ſo ſtark an, daß es derſelben den ganzen Waſſergehalt

entzieht und ſie auf 0° des Hygrometers von Sauſſure bringt. Das Kali abſorbirt ebenſo begierig die Kohlenſäure, weshalb daſſelbe im trocknen und aufgelöſten Zuſtand in wohlverſchloſſenen Flaſchen aufbewahrt werden muß. In der Rothglühhitze verwandelt es ſich durch Berührung mit der Luft in Überoxyd, indem es einen Antheil Waſſer verliert. Wahrſcheinlich würde es ſein Waſſer vollſtändig entbinden, wenn es ſich vollkommen in Überoxyd verwandelte; allein wenn es mit kohlenſäurehaltiger Luft in Berührung kommt, ſo geht es zum Theil in kohlenſaures Kali über und dieſes kann nicht durch Hitze zerſetzt werden.

Das Kalihydrat iſt im Waſſer in jedem Verhältniß auflöslich; das kalihaltige Waſſer ſiedet bei einer weit höhern Temperatur als das reine, und zwar ſteigt dieſelbe in dem Maaße, als der Kaligehalt zunimmt. *)

---

*) Man kann ſich dieſer Auflöſung bedienen, um auf ähnliche Weiſe, wie durch das gewöhnliche Marienbad Körper einer höhern und ziemlich konſtanten Temperatur auszuſetzen; auch kohlenſaures Kali oder andere Salzauflöſungen eignen ſich hierzu, da ihr Siedepunkt gleichfalls höher iſt, als der des Waſſers. Die Auflöſung des Kalihydrats hat einen äußerſt ſcharfen und brennenden Geſchmack, wirkt mit thieriſchen Subſtanzen zuſammengebracht ſehr ätzend und zerſtörend, indem es dieſelben auflöſt und eigenthümliche Produkte damit erzeugt, die noch nicht näher unterſucht ſind. Nach Gay-Luſſac und Chevreul ſollen ſich dabei eigenthümliche Säuren bilden. Auch auf vegetabiliſche Stoffe wirkt ſie ſehr kräftig, daher ihre Benützung zum Bleichen ꝛc. Das aufgelöſte Kali vereinigt ſich ferner mit vielen unorganiſchen Körpern, es löſt den Schwefel und mehrere Schwefelmetalle auf, verbindet ſich mit verſchiedenen Metalloxyden, die damit ſalzartige Verbindungen bilden, in welchen die Oxyde ſaure Rolle ſpielen; hierher gehört z. B. die Thonerde, das Zinkoxyd, Bleioxyd ꝛc., die es als Hydrate mit Leichtigkeit auflöſt. Auch die geglühte Kieſelerde löſt es auf; man bedient ſich dieſes Mittels, um die Reinheit derſelben zu erforſchen.

Da es in vielen Fällen wünſchenswerth iſt, den Gehalt der Kaliauflöſungen an reinem Kali ſchon aus dem ſpezifiſchen Gewicht derſelben beſtimmen zu können, ſo fügen wir hier die von Dalton entworfene Tabelle bei. Zu bemerken iſt hierbei, daß dieſe Tabelle nur bei ganz reinen Kaliauflöſungen anwendbar iſt, enthalten dieſelben aber fremdartige Stoffe wie Salze ꝛc., ſo läßt ſich aus dem ſpezif. Gewicht einer Kalilauge nicht mehr der Kaligehalt beſtimmen, und man muß dann zu Mitteln ſeine Zuflucht nehmen, von denen weiter unten die Rede ſeyn wird, wenn der Verfaſſer die Bereitung der gewöhnlichen Seifenſiederlauge abhandelt.

1005. **Bereitung.** Um ſich reines Kalihydrat zu verſchaffen, behandelt man das aufgelöſte kohlenſaure Kali mit Kalk. Dieſer bemächtigt ſich der Kohlenſäure, bildet unlöslichen kohlenſauren Kalk, während das Ätzkali im Waſſer aufgelöſt bleibt. Obgleich nun dieſe Methode auf einer ſehr einfachen Zerſetzung beruht, ſo muß man doch mit beſonderer Sorgfalt verfahren, da das käufliche kohlenſaure Kali unrein iſt, und weil man nur ſchwierig die Kohlenſäure vollſtändig davon ſcheiden kann; anderntheils darf man auch nicht zu viel Kalk nehmen, weil ſonſt das Kali kalkhaltig würde. Nach **Berthollets** Vorſchrift vermeidet man alle dieſe Übelſtände, allein für den techniſchen Gebrauch iſt dieſes Verfahren zu koſtſpielig.

Nehmen wir zuerſt an, man habe es mit reinem kohlenſauern Kali zu thun. Man kann ſich daſſelbe leicht bereiten, wenn man einen Theil doppeltweinſteinſaures Kali oder gereinigten Weinſtein und zwei Theile Salpeter, jedes für ſich in einem gußeiſernen Mörſer wohl pulveriſirt, und gut mit einander mengt; dieſes Gemenge wird hierauf in einen rothglühenden eiſernen Keſſel mittelſt eines Löffels nach und nach hineingeworfen. Die Maſſe entzündet ſich und die Weinſteinſäure und Salpeterſäure zerſetzen ſich einander; es entſteht Waſſer, Stickſtoff und Kohlenſäure und vielleicht auch etwas Kohlenoxyd und Stickſtoffoxyd. Die beiden letztern Produkte würden ſich nicht bilden, wenn die Stoffe recht innig und im richtigen Verhältniſſe mit einander gemengt wären; am beſten iſt es jedoch immer etwas überſchüſſigen Weinſtein anzuwenden, um die Bildung eines unterſalpetricht-

Spezif. Gewicht der Auflöſung	Kaligehalt in Proz. ausgedrückt	Spezif. Gewicht der Auflöſung	Kaligehalt in Proz. ausgedrückt
1,68	51,2	1,33	26,3
1,60	46,7	1,28	23,4
1,52	42,9	1,23	19,5
1,47	39,6	1,19	16,2
1,44	36,8	1,15	13,0
1,42	34,4	1,11	9,5
1,39	32,4	1,06	4,7
1,36	29,4		

A. u. C.

ſauren Salzes zu verhindern, die außerdem immer Statt haben würde. Alle dieſe Stoffe verflüchtigen ſich, mit Ausnahme der Kohlenſäure, welche größtentheils mit dem Kali ſich verbindet und fixes kohlenſaures Kali bildet. Man findet dieſes Salz in dem Keſſel als poröſen Rückſtand; gewöhnlich iſt dieſer durch etwas Kohle ſchwarz gefärbt, wenn man die angegebenen Mengenverhältniſſe anwendet, wodurch zugleich bewieſen wird, daß das ſalpeterſaure Salz vollkommen zerſetzt worden. Guibourt machte in dieſer Beziehung eine intereſſante Beobachtung. Bei der ſo eben betrachteten Zerſetzung wird Kohlenſtoff und Stickſtoff frei; wenn man nun ſtatt das Gemenge in einen Keſſel zu werfen, einen heſſiſchen Schmelztiegel anwendet, ſo verbindet ſich der Kohlenſtoff mit dem Stickſtoff und man erhält ſtatt reinem kohlenſauern Kali, ein Gemenge von Cyankalium und kohlenſauerm Kali. Dieſe Erſcheinungen laſſen ſich auf rein mechaniſche Weiſe erklären; die in den Keſſel geworfenen Stoffe bilden jedesmal eine dünne Schicht, und die ſich bildenden Gaſe berühren ſomit die Stoffe bei ihrer Entbindung nicht mehr. In einem Schmelztiegel dagegen bilden ſie eine mehr oder minder dicke Schicht, welche die ſich von unten entbindenden Gaſe durchſtreichen müſſen. Der Stickſtoff, welcher nun durch das Gemenge von ſchon erzeugtem kohlenſauren Kali und Kohle geht, bildet Cyankalium. Wir werden ſpäter bei Bereitung des Cyankaliums dieſe Theorie näher beleuchten.

1006. Hat man auf ſolche Weiſe reines kohlenſaures Kali erhalten, ſo muß man nun die Kohlenſänre daraus entfernen. Zu dem Ende nimmt man 1 Thl. dieſes Salzes, ½ Thl. Ätzkalk und 7 bis 8 Theile Waſſer. Man löſcht den Kalk zuvor in einem eiſernen Keſſel, und wäſcht ihn dann zu wiederhohlten Malen, um die auflöslichen Salze zu entfernen, die von der Aſche des zum Brennen deſſelben angewandten Materiales herrühren können. Dieſe Salze und vorzüglich die Chloride können, wenn ſie einmal mit Kali vermengt ſind, nie mehr davon getrennt werden. Iſt der Kalkbrei wohl ausgewaſchen und abgetropft, ſo gießt man die ganze Menge des anzuwendenden Waſſers darauf, rührt

dann mit einem Eiſenſpatel um und fügt das kohlenſaure Kali hinzu. Das Gemenge wird nachher zum Kochen erhitzt und einige Stunden in dieſem Zuſtand erhalten; da hierbei ein großer Theil Waſſer verdunſtet, ſo gießt man immer wieder nach, ſo daß das Volum der Maſſe gleich bleibt. Von Zeit zu Zeit gießt man von der Flüſſigkeit eine kleine Menge ab und fügt Kalkwaſſer hinzu. So lange als die klare Flüſſigkeit dadurch getrübt wird, muß man mit dem Sieden noch fortfahren; zeigt ſich dagegen dieſe Erſcheinung nicht mehr oder nur ſehr ſchwach, ſo darf man damit aufhören.

Das Waſſer verwandelt bei dieſer Operation den Kalk in Hydrat und löſt davon einen Theil auf. Das kohlenſaure Kali wird ganz aufgelöſt, und giebt dann Kohlenſäure an den aufgelöſten Kalk ab, der unlöslich zu Boden fällt; das übrige kohlenſaure Kali wird allmählig durch das Kalkhydrat zerſetzt, welches gleichfalls in unauflöslichen kohlenſauern Kalk übergeht, ſo daß am Ende der Operation nur Ätzkali im Waſſer aufgelöſt bleibt.

So lange das Kalkwaſſer noch die Auflöſung ſchwach trübt, was häufig der Fall iſt, ſo iſt daraus abzunehmen, daß das kohlenſaure Kali noch nicht ganz zerſetzt iſt; man kann beide Körper dann mittelſt Alkohol von einander ſcheiden. Zuerſt ſchafft man den kohlenſauern Kalk nebſt dem überſchüſſigen Kalk weg, indem man das Ganze auf befeuchtete und ausgeſpannte Leinwand gießt. Die anfänglich trüb durchlaufende Flüſſigkeit wird wiederholt aufgegoſſen, bis endlich die Auflöſung klar abläuft; der Rückſtand wird dann mit ſiedendem Waſſer ausgewaſchen, um das darin noch enthaltene Kali aufzulöſen und dieſes Waſchwaſſer beſonders aufbewahrt. Der ätzende und kohlenſaure Kalk bleibt nun auf dem Filtrum zurück, die Flüſſigkeit aber enthält Ätzkali und etwas kohlenſaures Kali, wenn die Zerſetzung unvollſtändig war, oder auch Ätzkali und etwas aufgelöſten Kalk, wenn jene vollkommen Statt fand.

In beiden Fällen wird nun die Flüſſigkeit abgedampft; zu dem Ende bringt man die ſchwächſten Waſchwaſſer in den gereinigten Keſſel und läßt ſie bei ſtarkem Feuer einkochen.

Nach und nach giebt man die ſtärkeren Waſchwaſſer zu und zuletzt die ſtarke, anfangs durchgelaufene Flüſſigkeit. Man ſpart ſo Zeit und Brennmaterial, denn die ſchwächern Ausſüßewaſſer ſieden bei einer weit niedrigeren Temperatur, je weniger ſie Kali enthalten und man würde ihren Siedepunkt ganz unnützer Weiſe erhöhen, wenn man ſie ſogleich anfangs mit der konzentrirten Flüſſigkeit vermengen wollte.

1007. Es iſt faſt unmöglich die Abſorption der in der Luft enthaltenen Kohlenſäure zu vermeiden, während die Flüſſigkeit im Abdampfen begriffen iſt. Man erhält alſo immer ein Gemenge von viel Ätzkali und etwas kohlenſauerm Kali. Die Menge des letzteren iſt um ſo geringer, als die Abdampfung raſcher vorgenommen wurde, weil die ſich beſtändig bildenden Waſſerdämpfe die Flüſſigkeit vor dem Zutritt der Luft ſchützen.

Um das kohlenſaure Kali davon zu trennen, unterbricht man die Abdampfung, wenn die Flüſſigkeit Syrupsdicke angenommen hat. Man läßt ſie hierauf erkalten, und wenn ſie 60—50° C. zeigt, gießt man nach und nach drei bis viermal ſo viel Alkohol von ungefähr 33° darauf. Man rührt mit einem eiſernen Spatel um und bringt das Gemenge in eine lange und enge Glasflaſche, welche man neuerdings wieder wohl umſchüttelt, um die wechſelſeitige Berührung ſo vollkommen als möglich zu machen. Überläßt man die Flüſſigkeit nun 24 Stunden der Ruhe, ſo findet man, daß ſie ſich in zwei Schichten ſondert. Die obere Schicht iſt eine Auflöſung von Kali in Alkohol, die untere dagegen iſt eine wäſſrige Auflöſung von kohlenſauerm Kali und andern Salzen, welche der angewendete Weinſtein und Salpeter vielleicht enthielt. Bisweilen ſetzen ſich dieſe Salze in Pulverform ab, wenn der Alkohol zu konzentrirt war, oder durch die Abdampfung faſt alles Waſſer fortgeſchafft worden iſt.

Man zieht nun die Weingeiſtauflöſung mittelſt eines mit Alkohol gefüllten Glashebers ab. Die erhaltene Flüſſigkeit iſt klar und röthlich gefärbt. Man füllt damit eine Glasretorte bis ungefähr zu drei Viertheilen an, verſieht dieſe mit einem Vorſtoß, und läßt ſie in eine durch kaltes Waſſer gut gekühlte Vorlage gehen. Noch beſſer iſt es, wenn

man den Retortenhals in ein Schlangenrohr münden läßt. Man feuert nun gelinde und erhält die Flüſſigkeit ſo lange im Kochen, bis drei Viertheile Alkohol überdeſtillirt ſind. Die Operation wird nun unterbrochen, denn die Kaliauflöſung könnte bei noch ſtärkerer Konzentration das Glas angreifen. Der aufgefangene Alkohol iſt weit ſtärker als der angewandte, da das Waſſer durch das Kali zurückgehalten wird. Der Rückſtand iſt jetzt eine Kaliauflöſung in ſehr verdünntem Alkohol; man gießt denſelben noch warm in einen ſilbernen Keſſel und ſetzt die Abdampfung fort, bis die heiße faſt rothglühende Maſſe wohl fließt. Hierauf gießt man dieſelbe in ein reines, trocknes und gut verzinntes Kupferbecken. Beim Erkalten erſtarrt ſie, ſo daß ſie nachher in zollgroße Stücken gebrochen werden kann. Dieſe Stücken bringt man noch warm in ein Glas mit eingeriebenen Glasſtöpſel und weiter Mündung; auch gewöhnliche Glasflaſchen, die man gut verpicht, laſſen ſich zur Aufbewahrung des Kalis anwenden, welches übrigens ſtets gut gegen den Zutritt der Luft verwahrt werden muß.

1008. Das ſo erhaltene Produkt iſt das reinſte Kalihydrat, welches man bereiten kann; es enthält höchſtens ſchwache Spuren von kohlenſauerm Kali, was durch Berührung mit der Luft und auch durch Zerſetzung des Alkohols ſich während des Abdampfens wieder gebildet haben kann, und vielleicht bisweilen äußerſt geringe Mengen von Silber oder Kupfer, die von dem angewendeten Keſſel herrühren. Man nennt dieſen Körper Alkohol-Ätzkali (potasse à l'alcohol).

1009. Wenn man die wäſſrige Kaliauflöſung, anſtatt mit Alkohol zu behandeln, ganz abdampft bis ſie in den feurigen Fluß kommt, ſo erhält man ein minder reines Präparat was jedoch ſo reich an Ätzkali iſt, daß es in den meiſten Fällen und vorzüglich in der Medizin angewendet werden kann. Man gießt die flüſſige Maſſe wie oben aus und bewahrt ſie auch auf dieſelbe Weiſe auf; man giebt ihr dann gewöhnlich den Namen Kalk-Kali (potasse à la chaux). *)

*) Iſt das Ätzkali zu chirurgiſchem Gebrauche beſtimmt, ſo gießt man es, nachdem es in den feurigen Fluß gekommen, in eiſerne mit etwas Fett ausgeſtri-

Dieſe Sorte Kali enthält ſtets mehr oder weniger kohlenſaures Kali, auch findet man darin Chlornatrium oder Chlorkalium. Wendet man ſtatt des aus Salpeter und Weinſtein gewonnenen kohlenſauern Kali's nur käufliche Pottaſche an, die gewöhnlich ſehr unrein iſt, ſo gehen die darin enthaltenen auflöslichen Salze größtentheils in das Ätzkali über, dieß iſt der Fall mit den ſalzſauern und ſchwefelſauern Salzen. Auch aus dieſem unreinen Ätzkali läßt ſich noch ziemlich reines Kalihydrat darſtellen, wenn man es, wie oben erwähnt, mit Alkohol behandelt. Das zuerſt angegebene Verfahren iſt jedoch immer das billigſte und ſicherſte.

1010. Zuſammenſetzung. Das bis zum Rothglühen erhitzte Kalihydrat enthält ſtets eine gleiche Menge Waſſer und beſteht aus

1 At. Kaliumoxyd	=	587,915
2 At. Waſſer	=	112,480
1 At. Hydrat	=	700,395.

Man kann auch ein ſtarres Hydrat erhalten, welches viel mehr Waſſer enthält; gewöhnlich hat das Alkohol- und Kalk-Kali einen größern Waſſergehalt, weil man mit dem Abdampfen dann aufhört, ſobald die Maſſe beim Erkalten feſt wird.

1011. Wenn man Ätzkali in Waſſer oder Alkohol auflöſt und bis zur Syrupsdicke abdampft und erkalten läßt, ſo kryſtalliſirt es gewöhnlich. Die Kryſtalle beſtehen aus Kali und Waſſer und zwar iſt der Waſſergehalt bedeutend größer als bei dem bereits beſchriebenen Hydrate. Die Kryſtalle ſind längliche durchſichtige oder nur durchſcheinende Prismen.

1012. Anwendung. Das feſte Kalihydrat wird als chirurgiſches Mittel zum Ätzen der Haut und des faulen Fleiſches angewendet. Das reine Ätzkali wird ſehr häufig in den chemiſchen Laboratorien, theils als Reagens, theils zum Aufſchließen von Mineralien behufs der Analyſe ge-

---

chene Formen. Das erſtarrte, ſtängelförmige Ätzkali heißt dann Ätzſtein (lapis causticus) und hat die Dicke eines Gänſekiels bei einer Länge von 2—3 Zoll. A. u. E.

braucht. Vielfach iſt die Anwendung des unreinen Ätzkali's in den Gewerben; man bereitet daraus die Ätzlaugen, wovon das Weitere unter dem Artickel „Bleichen, Seifenbereitung ꝛc." vorkommen wird.

Chlorkalium.

(Synon. Salzſaures Kali, Digeſtivſalz, wiederhergeſtelltes Kochſalz. Lat. Kalium chloratum, Kali muriaticum, Sal febrifugum Sylvii. Franz. Chlorure de potassium, muriate de potasse.)

1013. Dieſe Verbindung läßt ſich leicht durch direkte Vereinigung ihrer Beſtandtheile darſtellen; das Kalium entzündet ſich, wenn man es in trocknes Chlorgas bringt, abſorbirt daſſelbe ſehr raſch und verwandelt ſich in Chlorkalium. Dieſe Verbindung erzeugt ſich auch ſehr häufig auf andere Weiſe. Man kann ſie bereiten, indem man kohlenſaures Kali durch Salzſäure zerſetzt, dabei entbindet ſich die Kohlenſäure und der Waſſerſtoff der Säure vereinigt ſich mit dem Sauerſtoff des Oxydes zu Waſſer, während dann das Chlor mit dem Metall Chlorkalium bildet.

Dieſe Verbindung iſt weiß und beſitzt einen ſtechenden aber etwas bitteren Geſchmack; ſie kryſtalliſirt in Würfeln oder rechtwinklichen Parallelepipeden. Die wäſſrige Auflöſung iſt ihrem Gehalte nach von Gay-Luſſac genau beſtimmt worden, welcher fand, daß die aufgelöſte Menge von Chlorkalium im geraden Verhältniß mit der Temperatur der Auflöſung ſteht.

100 Thl. Waſſer löſen davon auf	29,2	bei	0° C.
100 — — — — —	34,5	—	19,3°
100 — — — — —	43,6	—	52,4°
100 — — — — —	50,9	—	79,6°
100 — — — — —	59,3	—	109,6°

Dieſer Körper erzeugt bei ſeiner Auflöſung in Waſſer eine merkwürdige Temperaturerniedrigung. Bringt man 50 Gramme gut gepulvertes Chlorkalium mit 200 Grammen Waſſer zuſammen in einem 185 Gramme ſchweren Glasge-

fäß, welches 320 Kubikcentimeter faßt, ſo wird die Temperatur um 11,4° C. herabgeſtimmt. (Gay=Luſſac.) *)

Das Chlorkalium löſt ſich im Alkohol nicht auf; ſein ſpez. Gewicht iſt 1,836. Es beſteht aus

1 At. Kalium	=	487,915
2 At. Chlor	=	442,64
1 At. Chlorkalium	=	930,555

Dieſes Chlorid wird von den Salpeterfabrikanten angewendet. **)

Bromkalium.

(Synon. Lat. Kalium bromatum. Franz. Bromure de potassium.)

1014. Dieſe Verbindung iſt farblos und ohne Geruch; ſie kryſtalliſirt in Würfeln oder rechtwinklichen Parallelepipeden. Ihr Geſchmack iſt ſtechend. Im Feuer dekrepitirt ſie zuerſt, dann kommt ſie in den feurigen Fluß ohne jedoch eine Veränderung zu erleiden. Im Waſſer löſt ſich das Bromkalium auf, indem die Temperatur merklich ſich erniedrigt. Es läßt ſich darſtellen, entweder durch direkte Vereinigung des Kaliums und Broms, oder durch Zerſetzung der Bromwaſſerſtoffſäure mittelſt Kalium, oder der Bromwaſſerſtoffſäure durch kohlenſaueres Kali, welches Verfahren ohne Zweifel das wohlfeilſte iſt. Man kann es endlich noch bereiten durch Zerſetzung des Bromeiſens mittelſt kohlenſauerm Kali.

*) Da ſich das Chlorkalium in dieſer Hinſicht auffallend von dem Chlornatrium unterſcheidet, welches bei ſeiner Auflöſung die Temperatur nicht in ſo hohem Grade herabſtimmt, ſo benützte Gay=Luſſac dieſes Verhalten auf eine ſinnreiche Weiſe, um in einem Gemenge von Chlorkalium und Chlornatrium das Mengeverhältniß beider durch die beim Auflöſen erzeugte Temperaturerniedrigung zu beſtimmen. Das Nähere darüber nebſt einer von Gay=Luſſac zu dem Behufe entworfenen Tabelle findet ſich in Dinglers polytech. Journal. Bd. 32. S. 190. A. u. E.

**) Das bei der Seifenbereitung in der Unterlauge befindliche, mit andern Salzen verunreinigte Chlorkalium wird bei der Alaunbereitung benützt; auch zum Einſalzen der zu gerbenden Thierhäute kann man es gebrauchen. Könnte man ſich daſſelbe in Quantitäten billig verſchaffen, ſo würde es auch zur Salzſäurebereitung vortheilhaft anzuwenden ſeyn. A. u. E.

Man hat angefangen daſſelbe in der Medizin gegen Drüſengeſchwülſte anzuwenden. Es iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Kalium	=	487,915
2 At. Brom	=	932,80
1 At. Bromkalium	=	1420,715

Jodkalium.

(Synon. Jodwaſſerſtoffſaures Kali. Lat. Kalium iodatum. Kali hydriodicum (hydriodinicum. Franz. Iodure de potassium, Hydriodate de potasse.)

1015. Eigenſchaften. Das Kalium entzündet ſich im Joddampf gerade ſo wie in Chlorgas, und es erzeugt ſich dabei Jodkalium. Dieſe Verbindung iſt weiß, ſchon unterhalb der Rothglut ſchmelzbar, flüchtig, in trockner Luft unveränderlich, ſelbſt wenn es ſtark erhitzt wird. Wenn man es nach dem Schmelzen erkalten läßt, ſo erſtarrt es wieder und nimmt perlmutterartigen Glanz und Textur an, die wäſſrige Auflöſung iſt ſchwach alkaliſch und giebt, bei mäßigem Feuer abgedampft, kubiſche Kryſtalle, die bisweilen von anſehnlicher Größe ſind; man erhält es auch in Oktaedern und in mehr oder minder ausgehöhlten Trichtern. Dieſe Kryſtalle ſind gewöhnlich undurchſichtig, milchweiß und enthalten Dekrepitationswaſſer. Zuweilen erhält man auch bei langſamer Kryſtalliſation durchſichtige Kryſtalle, welche kein Waſſer mechaniſch eingeſchloſſen enthalten und deshalb im Feuer auch nicht verkniſtern; ſie haben die Form langer vierſeitiger Prismen oder auch kurzer Prismen mit vierſeitiger Zuſpitzung. Dieſe Kryſtalle abſorbiren die Feuchtigkeit der Luft bei 85° nach dem Hygrometer von Sauſſure und darüber, und folglich iſt dieſes Jodid auch im Waſſer ſehr auflöslich; 100 Theile dieſes Löſungsmittels nehmen bei 18° C. 143 Thl., bei 16° 141 Thl. und 12,5° nur 136 Thl. auf. Eine geſättigte Auflöſung kocht bei 120° C. und 100 Thl. Waſſer löſen bei dieſer Temperatur 221 Thl. Jodkalium auf. Während der Auflöſung wird viel Wärme gebunden und das Thermometer ſinkt dabei oft um 24° C. herab. Dieſer

Körper iſt weniger auflöslich im Alkohol, denn 1 Thl. erfordert 5 bis 6 Thl. deſſelben zur Auflöſung, wenn er ein ſpezif. Gewicht von 0,85 bei 12,5° C. beſitzt; vom abſoluten Alkohol dagegen ſind 30—40 Thl. nöthig. Im warmen Alkohol iſt das Jodkalium auflöslicher als im kalten, und eine in der Wärme geſättigte Auflöſung ſetzt beim Erkalten daſſelbe in nadelförmigen Kryſtalle ab.

1016. Anwendung. Dieſes Jodid wird in der Medizin gegen den Kropf und Drüſeanſchwellungen entweder in wäſſriger Auflöſung, oder mit einer Salbe vermengt, welche auf die leidenden Theile eingerieben wird. *)

1017. Bereitung. Man hat viele Vorſchriften zur Darſtellung des Jodkaliums: 1) wird es gebildet durch Einwirkung der Jodwaſſerſtoffſäure auf Kali und auf kohlenſaures Kali, wenn dieſe im Waſſer aufgelöſt ſind; 2) durch Einwirkung des Jods auf konzentrirte Kaliauflöſungen; 3) durch Zerſetzung der Auflöſungen von Jodzink oder Jodeiſen mittelſt kohlenſauerm Kali; 4) durch die Einwirkung des Jods auf wäſſrige Schwefelkalium-Auflöſungen.

Bei dem erſten Verfahren wendet man Jodwaſſerſtoffſäure an, welche man durch die gegenſeitige Reaktion des Schwefelwaſſerſtoffs und des Jods erhält und bringt dieſe mit einer Auflöſung von reinem Ätzkali oder kohlenſauerm Kali zuſammen. Die zweite Bereitungsart iſt nicht ſchwieriger; man nimmt eine konzentrirte Auflöſung von reinem Ätzkali und fügt nach und nach Jod unter beſtändigen Umrühren hinzu bis endlich die Flüſſigkeit eine braune nicht mehr verſchwindende Farbe annimmt, wodurch ein vorhandener Überſchuß von Jod angedeutet wird. Die Flüſſigkeit wird nun einige Stunden der Ruhe überlaſſen, während welcher Zeit ſich das gleichzeitig gebildete iodſaure Kali kryſtalliniſch abſondert. Man gießt hierauf das noch in Auflöſung verblie-

*) Man hat verſucht dieſe Verbindung ganz neuerdings auch in der Kattundruckerei anzuwenden, indem man mittelſt Queckſilberſalzen das prächtige ſcharlachrothe Jodqueckſilber anf die Zeuge präcipitirte. Ob dieſe Anwendung aber rathſam iſt, bezweifeln wir ſehr, da das Tragen der mit Jodqueckſilber gefärbten Stoffe der Geſundheit ſehr nachtheilig ſeyn dürfte. A. u. E.

bene Jodkalium ab und fügt einige Tropfen Ätzkali zu, um dieſe zu entfärben. Um Kryſtalle zu erhalten, muß dieſe Auflöſung bei ſehr gelindem Feuer langſam abgedampft werden.

Das dritte Verfahren gründet ſich auf die Einwirkung des Jods auf Eiſen, welche unter Vermittlung des Waſſers äußerſt leicht erfolgt. Man könnte ſtatt des Eiſens auch Zink anwenden, allein es würde gefährlich ſeyn, wenn man das Jodid zu mediziniſchen Gebrauche anwenden wollte, weil es ſchwierig iſt, das Zink vollſtändig zu fällen und davon zu ſcheiden. Wendet man Eiſen an, ſo muß man 1 Thl. Jod und 3—4 Thl. Waſſer nehmen, die man in einen Kolben bringt. Zu dieſem Gemenge giebt man nach und nach ½ Thl. reine Eiſenfeilſpäne, wobei dann ſogleich die Verbindung unter Wärmeentwicklung Statt findet. Das Jod verwandelt ſich in auflösliches Jodeiſen, da aber dieſes Jodid fähig iſt Jod aufzulöſen, ſo muß man einen kleinen Überſchuß von Eiſen hinzufügen, den Kolben nach beendigter Operation etwas erwärmen und von Zeit zu Zeit umrühren, bis die Flüſſigkeit ihre braune Farbe verloren hat. Man dekantirt hierauf die Flüſſigkeit, ſüßt den Rückſtand aus und giebt die Ausſüßewaſſer zur abgegoſſenen Flüſſigkeit, die man nachher bis auf 80° C. erhitzt. Von dieſer Maſſe ſetzt man etwas bei Seite und ſättigt dann das Übrige durch eine Auflöſung von kohlenſauerm Kali. Das Eiſen bemächtigt ſich des Sauerſtoffs im Kali und der Kohlenſäure und es bildet ſich unauflösliches kohlenſaures Eiſenoxydul. Andererſeits vereinigt ſich das Kalium mit dem Jod und giebt Jodkalium. Von kohlenſauerm Kali darf weder ein Überſchuß, noch zu wenig zugefügt werden, man muß alſo vorſichtig dabei zu Werke gehen und im Fall etwas zuviel zugegeben worden ſeyn ſollte, ſo benützt man die zur Seite geſtellte Auflöſung von Jodeiſen. Das präzipitirte kohlenſaure Eiſen wird durch Filtration abgeſchieden und die durchgelaufene Flüſſigkeit dann abgedampft, nachdem man vorher verſucht hat, ob ſie noch durch Schwefelwaſſerſtoff getrübt wird. Sollte dieß der Fall ſeyn, ſo läßt man ſo lange einen Strom von Schwefelwaſſerſtoff durchgehen, bis die Flüſſigkeit nicht mehr getrübt wird, und ſchreitet dann erſt zur Abdampfung. Selten ſind die Kryſtalle an=

fangs weiß, allein man kann ſie bleichen, wenn man ſie bei ſtarker Hitze trocknet, bis ſie durch Dekrepitation zu Staub zerfallen, nachher wieder auflöſt und aufs Neue kryſtalliſirt. *)

Die vierte Bereitungsmethode gründet ſich auf die Eigenſchaft des Jods, den Schwefel aus ſeinen Verbindungen mit Metallen auszuſcheiden. Man nimmt hierzu eine beliebige Menge Jod, bringt ſolche in 5—6 Thl. Waſſer und fügt nach und nach eine Auflöſung von Schwefelkalium hinzu. Der Schwefel fällt zu Boden und das erzeugte Jodkalium bleibt aufgelöſt. Man muß mit dem Zufügen von Schwefelkalium aufhören, wenn der Niederſchlag, der anfangs braunroth iſt, ſchmutzig weiß zu werden beginnt. Sobald man neutrales Schwefelkalium anwendet, ſo erhält man auch neutrales Jodkalium. Wollte man das ſchwefelwaſſerſtoffſaure Schwefelkalium anwenden, ſo erhielte man ein Gemenge von Jodwaſſerſtoffſäure und Jodkalium. Man müßte dann die überſchüſſige Jodwaſſerſtoffſäure durch kohlenſaures Kali ſättigen. Auf jeden Fall muß aber der Schwefel, der ſich in Fäden oder Flocken abſcheidet, mittelſt Filtrirens abgeſchieden werden, und dann wird die Flüſſigkeit abgedampft.

Bei dieſen verſchiedenen Bereitungsarten geben immer 100 Thl. Jod 130—132 trockenes Jodkalium, wie ich mich mehrmals ſelbſt davon überzeugt habe; dieſes Reſultat ſtimmt mit der Zuſammenſetzung desſelben überein, denn es beſteht aus:

1 At. Kalium	=	487,91	oder	23,74
2 At. Jod	=	1566,70	—	76,26
1 At. Jodkalium	=	2054,61	—	100,00

*) Das hier beſchriebene Verfahren wird in Frankreich in den chemiſchen Fabriken zur Bereitung des Jodkaliums im Großen angewendet. Caillot ſchreibt jedoch vor, das Gemiſch von Jodeiſen und kohlenſauerm Kali 5—6 Tage in offenen flachen Gefäßen ſtehen zu laſſen und öfters umzurühren, damit das gefällte Eiſenoxydul in Oxyd ſich verwandle und ſich ſomit auch vollkommer aus der Auflöſung abſcheide. Bei der Fällung des Eiſens durch kohlenſaures Kali giebt man von Letzterem ſo viel zu, daß die Flüſſigkeit ſchwach alkaliſch reagirt. Berzelius wendet gegen dieſes Verfahren ein, daß man leicht einen Verluſt an Jod erleiden kann durch das Filtriren, Auswaſchen und durch die höhere Oxydation des Eiſens, wobei Jod ſich niederſchlägt, und zieht deshalb die zweite Bereitungsart vor. A. u. E.

Polyiodide von Kalium. (Polyiodures de potassium.)

1018. So wie alle auflöslichen Jodide, ſo kann auch das Kaliumiodid eine beträchtliche Menge Jod auflöſen. Wenn man z. B. 1 Thl. Jodkalium in 2 Thl. Waſſer auflöſt, ſo nimmt dieſe Auflöſung noch zweimal ſoviel Jod auf, als im Jodkalium ſchon vorhanden iſt. Verdünnt man die Auflöſung mit Waſſer, ſo ſetzt ſich die Hälfte nadelförmig kryſtalliniſch daraus ab, und in der Auflöſung bleibt ſoviel Jod zurück als bereits im aufgelöſten Jodkalium exiſtirt. (839.)

Dieſelbe Auflöſung würde man erhalten, wenn man in eine verdünnte Solution von Jodkalium einen Überſchuß von Jod brächte. Dieſe noch nicht genau unterſuchten Flüſſigkeiten werden in der Medizin unter dem Namen von iodhaltigem iodwaſſerſtoffſauerm Kali angewendet. Das Letzere könnte man auch Doppel-Jodkalium und das erſte Dreifach-Jodkalium nennen, allein dieſer Gegenſtand muß noch näher unterſucht werden.

Fluorkalium.

(Synon. Flußſaures Kali. Lat. Kalium fluoratum. Franz. Fluorure de potassium.)

1019. Die Fluorwaſſerſtoffſäure wird durch Kalium ſchon bei gewöhnlicher Temperatur auf eine äußerſt kräftige Weiſe zerſetzt; da dieſe Säure ſchon bei niedriger Temperatur kocht, ſo iſt der Verſuch, wenn man eine bedeutende Menge Flußſäure und Kalium anwendet mit großer Gefahr verknüpft, weil durch die plötzliche Reaktion viel Wärme frei wird, welche nebſt dem ſich entbindenden Waſſerſtoffgas zugleich auch viel Säure ſelbſt in Dampfform fortführt. Sicherer iſt es, wenn man über ein Stück Kalium in ein kupfernes Gefäß einen Strom von Fluorwaſſerſtoffſäure leitet und das frei werdende Waſſerſtoffgas wie gewöhnlich aufſammelt. Nicht immer jedoch bereitet man ſich das Fluorkalium auf dieſe Weiſe. Am einfachſten iſt es, wenn man Flußſäure mit kohlenſauerm Kali ſättigt und einen geringen

Überſchuß von Flußſäure läßt. Die Kohlenſäure entbindet ſich und das Fluorkalium bleibt aufgelöſt; man dampft die Flüſſigkeit ein und erhält dann beſagte Verbindung kryſtalliſirt, wenn die Abdampfung langſam in einem flachen Gefäß bei 35—40° C vorgenommen wird. Die Kryſtalle ſind Würfel, oder gerade vierſeitige Prismen, oder auch treppenförmig geformte Trichter wie bisweilen beim Kochſalz vorkommen. Dieſes Salz iſt zerfließlich, ſehr alkaliſch, und die Auflöſung, nachdem ſie mit Eſſig neutraliſirt worden, wird ſehr ſauer, wenn man ſie mit Waſſer verdünnt. Es beſteht aus:

1 At. Kalium	=	487,91	oder	67,60
2 At. Fluor	=	233,80	—	32,40
1 At. Fluorkalium	=	721,71	—	100,00

1020. Man kann dieſe Verbindung zum Ätzen des Glaſes anwenden; im Waſſer aufgelöſt greift es daſſelbe nach Verlauf von einem oder zwei Tagen an. Wendet man 3 Atome Fluorkalium an, ſo erhält man eine neue Verbindung, die aus 2 Atomen Fluorkieſel und 1 Atom Fluorkalium zuſammengeſetzt iſt. Der Sauerſtoff der Kieſelerde im Glaſe tritt an das Kalium und das frei werdende Kieſel verbindet ſich mit dem Fluor. Der ſich bei dieſem Verfahren ergebende Verluſt würde alſo, verglichen mit der Wirkung, welche reine Flußſäure leiſtete, ein Drittel betragen; allein derſelbe würde ſicherlich wieder ausgeglichen werden, durch den unvermeidlichen Verluſt an Flußſäure, womit die Anwendung des gewöhnlichen Verfahrens verbunden iſt.

Fluorwaſſerſtoffſaures Fluorkalium. (Hydrofluate de fluorure de potassium.)

1021. Außer dem Fluorkalium giebt es noch eine zweite Verbindung, welche auf dieſelbe Menge Kalium zweimal ſo viel Fluor enthält. Man kann ſich einen recht deutlichen Begriff von derſelben machen, wenn man ſie als fluorwaſſerſtoffſaures Fluorkalium betrachtet. Dieſes Salz kryſtalliſirt in Würfeln und iſt ſehr löslich im Waſſer. In hoher Temperatur entbindet ſich daraus alle Fluorwaſſerſtoffſäure

und das gewöhnliche Fluorkalium bleibt zurück. Man bereitet es, indem man Kali mit reiner Flußſäure bis zur vollkommenen Sättigung miſcht, und dann durch Abdampfen zum Kryſtalliſiren bringt.

Schwefelkalium.

1022. Nach *Berzelius* giebt es nicht weniger als ſieben Verbindungen des Kaliums mit Schwefel; vielleicht dürfte man ſelbſt acht annehmen, ohne das ſchwefelwaſſerſtoffſaure Schwefelkalium dazu zu rechnen, welches beſonders zu ſtellen iſt. Wir wollen nun die verſchiedenen Sulphuride aufzählen, welche dieſe merkwürdige Reihe bilden, und werden dann die Hauptcharaktere derſelben anführen.

1.) einfaches Sulphurid $= \left\{ \begin{array}{l} \text{1 At. Kalium} \\ \text{1 At. Schwefel} \end{array} \right.$

Dieſes wird gebildet, wenn man den Sauerſtoff aus dem ſchwefelſauern Kali abſcheidet.

2.) Doppel-Sulphurid $= \left\{ \begin{array}{l} \text{1 At. Kalium} \\ \text{2 At. Schwefel} \end{array} \right.$

Es wird erzeugt, wenn man kohlenſaures Kali mittelſt Schwefel in der *Rothglühhitze* zerſetzt, *indem ein Überſchuß des Erſtern vorhanden* iſt.

3.) dreifaches Sulphurid $= \left\{ \begin{array}{l} \text{1 At. Kalium} \\ \text{3 At. Schwefel} \end{array} \right.$

Die Bildung iſt wie beim Vorigen, allein die Temperatur darf die *Rothglut* nicht erreichen und das kohlenſaure Kali im Überſchuß zugegen ſeyn.

4.) Vierthalb Sulph. $= \left\{ \begin{array}{l} \text{2 At. Kalium} \\ \text{3,5 At. Schwefel} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{1 At. Kalium} \\ \text{2 At. Schwefel} \\ \text{1 At. Kalium} \\ \text{5 At. Schwefel} \end{array} \right.$

Dieſe aus zwei Sulphuriden beſtehende Verbindung erhält man durch Reduktion des ſchwefelſauern Kalis mittelſt Schwefelwaſſerſtoff.

5.) Vierfach-Sulphurid $= \left\{ \begin{array}{l} \text{1 At. Kalium} \\ \text{4 At. Schwefel} \end{array} \right.$

Man bereitet es, indem man Schwefelkohlenſtoff auf ſchwefelſaures Kali einwirken läßt.

$$7.)\ \text{Fünfthalb Sulph.} = \left\{\begin{array}{l}\text{2 At. Kalium}\\ \text{9 At. Schwefel}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{1 At. Kalium}\\ \text{4 At. Schwefel}\\ \text{1 At. Kalium}\\ \text{5 At. Schwefel}\end{array}\right.$$

Dieſes ſalzähnliche Sulphurid erhält man durch Behandlung des Vierfach-Sulphurides mit überſchüſſigem Schwefel, indem man über die Maſſe einen Strom eines nicht oxydirenden Gaſes hinleitet, um die Verflüchtigung des nicht verbundenen Schwefels zu befördern.

$$7.)\ \text{Fünffach Sulphurid} = \left\{\begin{array}{l}\text{1 At. Kalium}\\ \text{5 At. Schwefel}\end{array}\right.$$

Dieſe Verbindung kann unter dem Namen von Schwefelleber mit der zweiten und dritten Verbindung verwechſelt werden. Man erhält ſie durch Behandlung des kohlenſauern Kali's mit überſchüſſigem Schwefel in hoher Temperatur.

$$8.)\ \text{Überſulphurid} = \left\{\begin{array}{l}\text{1 At. Kalium}\\ \text{5 At. Schwefel + einer nicht näher}\\ \quad\text{beſtimmten Menge Schwefel.}\end{array}\right.$$

Man bereitet dieſe Verbindung durch Kochen von Ätzkali mit überſchüſſigem Schwefel. Die Flüſſigkeit läßt beim Erkalten Schwefel fallen und es bleibt fünffach Schwefelkalium aufgelöſt.

1023. Endlich exiſtirt noch als letztes ähnliches Produkt, was jedoch nicht mehr zu dieſer Reihe ſelbſt gezählt werden darf:

$$\text{das ſchwefelwaſſerſtoff. Schwefelkalium} = \left\{\begin{array}{l}\text{1 At. Schwefelkalium} = \left\{\begin{array}{l}\text{1 At. Kalium}\\ \text{1 At. Schwefel}\end{array}\right.\\ \text{2 At. Schwefelwaſſerſtoffſäure} = \left\{\begin{array}{l}\text{1 At. Schwefel}\\ \text{2 At. Waſſerſtoff}\end{array}\right.\end{array}\right.$$

Dieſe Verbindung erhält man durch Behandlung des Kaliums mit Schwefelwaſſerſtoff, oder durch direkte Vereinigung des Schwefelkalinms mit dieſem Gaſe, oder durch Einwirkung deſſelben auf Kali oder kohlenſaures Kali. Dieſe verſchiedenen Reaktionen laſſen ſich im Grunde auf eine Einzige zurückführen, denn in allen Fällen wird Schwefelkalium zuerſt erzeugt, wenn es nicht wie im zweiten Fall ſchon vorhanden iſt, und der Schwefelwaſſerſtoff verbindet ſich dann mit demſelben.

1024. Unter dieſen Sulphuriden giebt es welche, deren Exiſtenz unbeſtreitbar iſt, nämlich das einfach-, zweifach- und fünffach Schwefelkalium. Die Übrigen können Zweifel erregen, und vielleicht ſind ſie gleich dem vierten und ſechſten auch ſalzartiger Natur. Das erſte, dritte und fünfte Schwefelkalium ſind vorzüglich deshalb für einfache Verbindungen zu halten, weil ſie der Reihe nach dem Kali, dem Kaliumüberoxyd und dem Waſſerſtoffſchwefel entſprechen. Dieſe reine Analogie alſo ſpricht hauptſächlich für ihre Einfachheit. Bei den übrigen Verbindungen findet ſich nichts Aehnliches.

Einfach-Schwefelkalium. *)

(Synon. Lat. Kalium sulphuratum. Franz. Sulfure de potassium.)

1025. Dieſes Sulphurid beſteht aus:

1 At. Kalium	= 487,915	oder	70,89
1 At. Schwefel	= 201,160	—	29,11
1 At. Schwefelkalium	= 689,075		100,00

Dieſe Verbindung bildet ſich, wenn man ſchwefelſaures Kali in einem Strom von Waſſerſtoffgas glüht, oder wenn man ein inniges Gemenge von ſchwefelſauerm Kali und Kohle bis zur hellen Rothglut erhitzt. Es iſt übrigens ſchwer dieſes Produkt rein zu erhalten, denn im erſten Fall iſt es gewöhnlich mit noch unzerſetztem ſchwefelſauern Salz oder mit verſchiedenen vom Gefäße herrührenden Stoffen gemengt, da das Glas und alle Metalle angegriffen werden; im zweiten Fall enthält es entweder ſchwefelſaures Kali oder Kohle im Überſchuß.

Dieſe Verbindung iſt blaß zinnoberroth, im Bruche kryſtalliniſch, färbt ſich dunkel beim Glühen und wird ſchwarz und undurchſichtig. Bei gewöhnlicher Temperatur iſt es in

*) So wie das Kaliumoxyd als ſtarke Baſis mit den Sauerſtoffſäuern ſich leicht vereinigt, ſo geht auch dieſes dem Kali hinſichtlich ſeiner Zuſammenſetzung entſprechende Sulphurid mit negativ elektriſchen Schwefelmetallen, z. B. mit Schwefelarſenik Verbindungen ein, die ſchon früher (§. 856.) im Allgemeinen erwähnt worden ſind. Bisweilen werden dieſe techniſch angewendet. (S. unten Nickelbereitung.) A. u. E.

dünnen Blättern vollkommen durchſcheinend; durch Hitze wird es nicht verändert. In der Luft erhitzt, entzündet es ſich ſtellenweiſe und verwandelt ſich wieder in ſchwefelſaures Kali, allein nie vollkommen, da das gebildete Salz das im Innern befindliche Schwefelkalium gegen die Luft ſchützt.

Es löſt ſich leicht im Waſſer auf ohne Wärmeentbindung; auch im Alkohol löſt es ſich auf, ohne daß ſich das Gemiſch erhitzte. Die Auflöſungen ſind ungefärbt. Durch Säuren wird die wäſſrige Auflöſung zerſetzt und es entbindet ſich Schwefelwaſſerſtoff, ohne daß ſich Schwefel abſetzt.

Die Auflöſung abſorbirt nach und nach den Sauerſtoff der Luft und verwandelt ſich anfangs in ein Polyſulphurid, ſpäter aber in ein unterſchweflichtſaures Salz.

Zweifach-Schwefelkalium. (Bisulfure de potasse.)

1026. Das Zweifach-Schwefelkalium beſteht aus

1 At. Kalium	= 487,91	oder	54,82
2 At. Schwefel	= 402,32	—	45,18
1 At. Zweifach-Schwefelkalium	= 890,23		100,00

Es wird durch Zuſammenſchmelzen des kohlenſauern Kalis mit der Hälfte ſeines Gewichtes Schwefel in ſtarker Rothglühhitze bereitet. Das kohlenſaure Kali wird dadurch zerſetzt, die Kohlenſäure entbindet ſich und es bleibt ein Rückſtand, welcher ein Gemenge von ſchwefelſauerm Kali und Zweifach-Schwefelkalium iſt. Dieſe Reaktion kann folgendermaſſen ausgedrückt werden.

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
4 At. kohlenſ. Kali	= 3452,92	8 At. Kohlenſäure	= 1101,28
7 At. Schwefel	= 1408,12	1 At. Schwefelſaures Kali	= 1089,07
	4861,04	3 At. 2fach-Schwefelkalium	= 2670,69
			4861,04

Dreifach-Schwefelkalium. *)

(Synon. Schwefelleber. Lat. Hepar sulphuris salinum. Franz. Trisulfure de potassium.)

1027. Dieſes beſteht aus

*) Ein mehr oder minder reines Dreifach-Schwefelkalium wird in den Apothe-

1 At. Kalium	= 487,91	oder	44,72
3 At. Schwefel	= 603,48	—	55,28
1 At. dreifach-Schwefelkalium	= 1091,39		100,00

Die Bereitung deſſelben hat mit der des Vorigen Ähnlichkeit, denn man erhält es durch Zuſammenſchmelzen von kohlenſauerm Kali mit zwei Drittel ſeines Gewichtes Schwefel, wobei man die Temperatur nur bis zur dunkeln Rothglut ſteigert. Die Operation iſt beendigt, wenn die Maſſe wohl fließt und ſich kein Gas mehr entbindet. Iſt das kohlenſaure Kali im Überſchuß vorhanden, ſo wird es nicht ganz zerſetzt; ein Theil wird dann durch den Schwefel nicht angegriffen und wenn man die Temperatur ſteigerte, ſo würde dieſe dem erzeugten dreifachen Schwefelkalium ein Atom Schwefel entziehen, und beide würden in Zweifach-Schwefelkalium übergehen.

Dieſe Reaktion kann, nachdem der Überſchuß von kohlenſauerm Kali abgezogen worden, folgendermaſſen berechnet werden:

---

ken nach den Vorſchriften der Pharmakopöen bereitet, und Schwefelleber genannt. Nach der preußiſchen Pharmacopoe nimmt man 1 Thl. gereinigten Schwefel und ſchmelzt dieſen in einem geräumigen und bedeckten Schmelztiegel mit 2 Thl. aus Weinſtein bereitetem kohlenſauern Kali zuſammen. Fließt die Maſſe nach längerem Schmelzen endlich ruhig ohne weiter aufzuſchäumen, ſo wird ſie auf kalte glatte Steine ausgegoſſen, zerſchlagen und in Gefäßen aufbewahrt, welche gut verſchloſſen werden, damit die Luft keinen Zutritt habe. Dieſes Präparat enthält immer noch ſchwefelſaures Kali, weil der Sauerſtoff, welcher aus dem ſich in Schwefelkalium verwandelnden Antheil Kali frei wird, mit Schwefel Schwefelſäure bildet; außerdem iſt auch in der nach obiger Vorſchrift bereiteten Schwefelleber noch etwas unzerſetztes kohlenſaures Kali, weil die angewandte Menge Schwefel nicht hinreicht, dieſes vollſtändig zu zerſetzen.

Die Schwefelleber wird als Arzneimittel innerlich und äußerlich angewendet; auch dient ſie zur Darſtellung der ſogenannten Schwefelmilch (Lac sulphuris). Man bereitet dieſe, wenn man zu wäſſrigen Auflöſungen der Schwefelleber nach und nach ſo viel verdünnte Schwefelſaure hinzufügt, als zur Neutraliſation nöthig iſt. Dieſer Schwefelniederſchlag wurde früher für Schwefelhydrat gehalten, nach den neueſten Unterſuchungen aber iſt es erwieſen, daß derſelbe getrocknet nur höchſt fein zertheilter Schwefel iſt. A. u. E.

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
4 At. kohlenſ. Kali	= 3452,92	8 At. Kohlenſäure	= 1101,28
10 At. Schwefel	= 2011,60	1 At. ſchwefelſaures Kali	= 1089,07
	5464,52	2 At. 3fach-Schwefelkalium	= 3274,17
			5464,52

Vierthalb-Schwefelkalium. ($3\frac{1}{2}$ Sulfure de potassium.)

1028. Es beſteht aus

1 At. Kalium	=	487,91 oder	40,93
$3\frac{1}{2}$ At. Schwefel	=	704,06 —	59,07
1 At. $3\frac{1}{2}$ Schwefelkalium	=	1191,97	100,00

Dieſe Verbindung erzeugt ſich, wenn man ſchwefelſaures Kali durch Schwefelwaſſerſtoff reduzirt. Man ſollte in dieſem Falle eigentlich Fünffach-Schwefelkalium erhalten, denn man hat:

Angewendete Atome.

1 At. ſchwefelſaures Kali =	1 At. Metall 1 At. Schwefel 4 At. Sauerſtoff	8 At. Waſſer.	
8 At. Schwefelwaſſerſtoff =	4 At. Schwefel 8 At. Waſſerſtoff	1 At. 5fach-Schwefelkalium.	

Dagegen erhält man nun

8 At. Waſſer
1 At. $3\frac{1}{2}$ Schwefelkalium
$1\frac{1}{2}$ At. Schwefel, welcher ſich entbindet.

Die Exiſtenz eines ſolchen Sulphurids kann demnach kaum mehr in Zweifel gezogen werden, und man kann es auch als ein ſalzähnliches Sulphurid anſehen, beſtehend aus:

1 At. zweifach Schwefelkalium
1 At. fünffach Schwefelkalium.

Das vierthalb Schwefelkalium iſt ſtarr, weinroth und ganz durchſcheinend. Es löſt ſich leicht in Waſſer auf, und färbt es gelb.

In der Kälte fällen die Säuren ein weiſes Pulver ohne Gasentbindung, erwärmt man aber die Flüſſigkeit, ſo erhält man Schwefel und Schwefelwaſſerſtoff; das weiße Pulver muß demnach ein höchſt fein zertheilter ölartiger Schwefelwaſſerſtoff ſeyn.

Vierfach-Schwefelkalium. (Quadriſulfure de potaſſium.)

1029. Es beſteht aus

1 At. Kalium	= 487,91	oder	37,75
4 At. Schwefel	= 804,64	—	62,25
1 At. 4fach-Schwefelkalium	= 1292,55		100,00

Man bereitet dieſe Verbindung, indem man Schwefelkohlenſtoff über rothglühendes ſchwefelſaures Kali hinleitet. Würde alles hierzu verwendet, ſo hätte man:

Angewendete Atome.	Erzeugte Atome.
1 At. ſchwefelſaures Kali	4 At. Kohlenſäure
4 At. Schwefelkohlenſtoff	1 At. 5fach-Schwefelkalium

Es ſollte ſich alſo hierbei ein Fünffach-Schwefelkalium bilden, allein es ſcheint, daß durch die Strömung des dampfförmigen Schwefelalkohols 1 Atom Schwefel fortgeführt wird. Um aber dieſes Vierfach-Schwefelkalium mit Sicherheit annehmen zu können, müßte man zeigen, daß die Menge des ſich verflüchtigenden Schwefels nicht vermehrt wird durch Anwendung größerer Hitze, oder durch einen ſchnellern Gasſtrom, wodurch dann vielleicht ein dreifach-Schwefelkalium gebildet werden könnte. Am einfachſten iſt es jedoch anzunehmen, daß anfangs ein fünffach Schwefelkalium ſich bildet, was nachher durch die hohe Temperatur und durch die Einwirkung des Gasſtroms in ein Vierfach-Schwefelkalium ſich verwandelt.

Auch auf andere Weiſe läßt ſich dieſe Verbindung bereiten, aber auch dadurch iſt ihre Exiſtenz nicht außer Zweifel geſtellt. Man leitet nämlich einen Strom von Schwefelwaſſerſtoff über das Gemenge von fünffach Schwefelkalium und ſchwefelſaurem Kali, welches weiter unten beſchrieben werden wird. Dieſes Gemenge enthält auf drei Atome Fünffach-Schwefelkalium 1 Atom ſchwefelſaures Kali, was auch noch in fünffaches Sulphurid verwandelt werden ſollte. Hier hat man nun:

Angewendete Atome.	Erzeugte Atome.
1 At. Schwefelſaures Kali	8 At. Waſſer
8 At. Schwefelwaſſerſtoff	4 At. fünffach Schwefelkalium
3 At. fünffach Schwefelkalium	

Es würde ſich alſo, wie in dem vorerwähnten Fall Fünffach-Schwefelkalium bilden, wenn nicht in der Rothglut durch den Gasſtrom dieſem 1 Atom Schwefel entzogen würde.

1030. Zu bemerken iſt jedoch, daß das fünffache Sulphurid ſelbſt, wenn es in einem Strom von Schwefelwaſſerſtoff erhitzt wird, nur ein halbes Atom Schwefel verliert, was anzudeuten ſcheint, daß bei dieſen Verſuchen der Erfolg von einer beſondern chemiſchen Wirkung abhängt, die mithin ſtets feſt beſtimmte chemiſche Verbindungen zu bilden fähig iſt. Da wir es nun nicht mehr mit ſo komplizirten Sulphuriden zu thun haben, ſo bemerken wir nur noch, daß bei Behandlung des Gemenges von fünffachem Schwefelkalium und ſchwefelſaurem Kali das Endreſultat ſehr gut aus der Wirkung dieſes Gaſes auf jeden der beiden Körper einzeln genommen zu erklären iſt. Nämlich:

1 At. ſchwefelſaures Kali würde geben: 1 At. vierthalb Schwefelkalium
3 At. 5fach Schwefelkalium würden geben: 3 At. fünfthalb — — —

Die beiden ſo erhaltenen Sulphuride würden demnach im Ganzen enthalten: 4 At. Kalium und 17 At. Schwefel oder 1 At. Kalium und $4\frac{1}{4}$ At. Schwefel, ein Gemenge, welches ſich dem vierfachen Schwefelkalium zwar ſehr nähert, allein mit der von Berzelius gemachten Analyſe deſſelben nicht ganz übereinſtimmt. Das vierfache Schwefelkalium iſt ſchmutzig orangefarben. Im flüſſigen Zuſtand iſt es durchſichtig, beim Erkalten aber wird es trübe.

Fünfthalb-Schwefelkalium. ($4\frac{1}{2}$ Sulfure de potassium.)

1031. Es beſteht aus:

1 At. Kalium	= 487,91	oder	35,02
$4\frac{1}{2}$ At. Schwefel	= 905,20	—	64,98
1 At. $4\frac{1}{2}$ Schwefelkalium	= 1393,11		100,00

Man erhält dieſe Verbindung, wenn man ein Gemenge von vierfachem Schwefelkalium und Schwefel im Überſchuß ſtark erhitzt, während man einen Strom Schwefelwaſſerſtoffgas darüber hinſtreichen läßt. Es iſt klar, daß das reine fünffache Schwefelkalium daſſelbe Reſultat gewähren würde.

Fünffach-Schwefelkalium. (Quintisulfure de potassium.)

1032. Es enthält

1 At. Kalium	= 487,915	oder	32,67
5 At. Schwefel	= 1005,800	—	67,33
1 At. 5fach Schwefelkalium	= 1493,715		100,00

Dieſe Verbindung entſteht, wenn man 1 Thl. kohlenſaures Kali mit 1½ Thl. Schwefel längere Zeit zuſammenſchmelzt. Die Kohlenſäure nebſt dem überſchüſſigem Schwefel entweicht, und es bleibt ein Gemenge von ſchwefelſauerm Kali mit fünffach Schwefelkalium zurück. Das Erſtere iſt nicht auf gleichförmige Weiſe in der Maſſe verbreitet, denn während der Schmelzung ſcheidet es ſich vom Schwefelkalium und macht es ſtellenweiſe teigig und klümperig. Dieſe Reaktion läßt ſich folgendermaſſen darſtellen:

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
4 At. kohlenſ. Kali	= 3452,92	8 At. Kohlenſäure	= 1101,28
16 At. Schwefel	= 3218,56	1 At. ſchwefelſ. Salz	= 1089,07
	6671,48	3 At. 5fach-Schwefelkalium	= 4481,13
			6671,48

Die Säuren und beſonders die Salzſäure ſcheiden reinen Waſſerſtoffſchwefel daraus ab. Thénard machte mit dieſer Verbindung ein merkwürdiges Experiment: indem er Schwefelwaſſerſtoff darauf einwirken ließ, wurde die Flüſſigkeit entfärbt, dieſer abſorbirt, und Schwefel fiel daraus nieder. Dieſe Thatſache ſollte aufs Neue unterſucht werden, denn ſie verſpricht die Theorie dieſer ſo komplizirten Verbindungen aufzuklären.

Überſchwefelkalium. (Persulfure de potassium.)

1033. Außer den vielen aufgezählten Kalium-Sulphuriden exiſtirt noch Eines, welches man erhält, wenn konzentrirte Kalilauge mit einem Überſchuß von Schwefel gekocht wird. So lange dieſe Auflöſung noch warm iſt, hält ſie mehr Schwefel zurück, als bei gewöhnlicher Temperatur in derſelben aufgelöſt bleiben kann. Wahrſcheinlich bildet ſich da

ein eigenthümliches Sulphurid, welches Berzelius bei mehreren Verſuchen zufällig beobachtet hat. Wird dieſes Sulphurid mit kaltem Waſſer gemengt, ſo ſetzt ſich Schwefel ab und das fünffache Schwefelkalium bleibt aufgelöſt.

Schwefelwaſſerſtoffſaures Schwefelkalium.

(Synon. Schwefelwaſſerſtoffſaures Kali. Lat. Kalium sulphuratum hydrosulphuricum, Kali hydrosulphuricum. Franz. Hydrosulfate de sulfure de potassium.)

1034. Dieſe Verbindung iſt zuſammengeſetzt aus:

1 At. Schwefelkalium	= 689,07	oder	76,39
2 At. Schwefelwaſſerſtoffſäure	= 213,64	—	23,61
1 At. Schwefelwaſſerſtoffſaures Schwefelkalium	= 902,71		100,00

Man bereitet daſſelbe, indem man Schwefelwaſſerſtoff auf Kalium einwirken läßt, (127.) oder auch indem man trockenes kohlenſaures Kali durch Schwefelwaſſerſtoff behandelt, und überhaupt überall, wo man Schwefelwaſſerſtoff mit Schwefelkalium in Berührung bringt. Operirt man in der Kälte, ſo muß der angewandte Körper im Waſſer aufgelöſt ſeyn; will man aber die Anwendung dieſer Flüſſigkeit vermeiden, ſo muß man die Temperatur erhöhen.

Man kann dieſes Präparat demnach auf folgende Weiſe bereiten: 1.) indem man Kalium in der Wärme auf trockenes Schwefelwaſſerſtoffgas in einer gebogenen Glocke einwirken läßt; 2.) wenn man auf trocknes kohlenſaures Kali in der Rothglühhitze Schwefelwaſſerſtoff wirken läßt; 3.) indem man Schwefelwaſſerſtoff mit Aetzkaliauflöſung zuſammenbringt; 4.) durch Einwirkung des Schwefelwaſſerſtoffgaſes auf eine Auflöſung von einfachem oder doppeltem kohlenſauerm Kali. Das letztere Verfahren wendet man in den Laboratorien gewöhnlich an, um ſich dieſes Salz im flüſſigen Zuſtand zu verſchaffen; zur Bereitung des trocknen muß man das zweite Verfahren in Anwendung bringen.

1035. Will man trocknes ſchwefelwaſſerſtoffſaures Schwefelkalium bereiten, ſo bringt man kohlenſaures Kali in einen Glaskolben, den man dunkel rothglüht, und leitet

einen Strom Schwefelwaſſerſtoff darauf hin; die Maſſe bläht ſich auf, es entweichen Waſſerdämpfe und Kohlenſäure, und zuletzt fließt dieſelbe ruhig. Hat die Entbindung von Waſſer und Kohlenſäure aufgehört, ſo iſt der Verſuch beendigt. Beim Erkalten kryſtalliſirt dieſe Verbindung in glänzenden breiten Blättchen, welche zitrongelb ſind und auch dem Waſſer dieſe Farbe mittheilen. Es iſt ſehr zerfließbar.

Um es tropfbarflüſſig zu bereiten, löſt man Aetzkali oder kohlenſaures Kali in Waſſer auf und leitet eine geraume Zeitlang Schwefelwaſſerſtoff hinein. Nachher kocht man die Flüſſigkeit, um den überſchüſſigen, bloß vom Waſſer aufgelöſten Schwefelwaſſerſtoff zu verjagen; um die Verflüchtigung deſſelben zu erleichtern, kann man auch Waſſerſtoffgas in die Flüſſigkeit während des Siedens leiten. Man erhält ſo eine Auflöſung von reinem ſchwefelwaſſerſtoffſauerm Schwefelkalium.

Nimmt man an, daß die Sulphuride das Waſſer zerſetzen, wenn ſie ſich auflöſen, ſo könnte man das im Waſſer aufgelöſte ſchwefelwaſſerſtoffſaure Schwefelkalium auch zweifach ſchwefelwaſſerſtoffſaures Kali nennen; im trocknen Zuſtand aber muß es ſeinen erſten Namen beibehalten.

1036. Dampft man die Auflöſungen des ſchwefelwaſſerſtoffſauern Schwefelkaliums ab, ſo kryſtalliſirt daſſelbe in vier oder ſechsſeitigen Säulen mit vier oder ſechsſeitiger Zuſpitzung.

Der Geſchmack dieſer Verbindung iſt ſcharf und bitter, ſie zieht die Feuchtigkeit der Luft an und abſorbirt zugleich Sauerſtoff daraus. Anfangs geht ſie in ein Polyſulphurid und nachher in unterſchweflichtſaures Salz über. Im Waſſer iſt ſie ſehr löslich und erzeugt Kälte im Momente der Auflöſung; auch im Alkohol löſt ſie ſich mit Kälteerzeugung auf. Die Säuren zerſetzen dieſes Salz, indem ſich Schwefelwaſſerſtoff entwickelt, ohne daß jedoch Schwefel gefällt wird.

Das ſchwefelwaſſerſtoffſaure Schwefelkalium löſt den Schwefel und die ſauren Sulphuride auf, indem es ſeinen Schwefelwaſſerſtoff verliert. Im erſten Falle bildet ſich ein

Polyſulphurid von Kalium und im zweiten ein Doppelſulphurid. Wird es in freier Luft erhitzt, ſo verwandelt es ſich in Waſſer, ſchweflichtſaures Gas und ſchwefelſaures Kali. *)

Pyrophor.

(Synon. Feuerträger, Selbſtzünder. Lat. Pyrophorus. Franz. Pyrophore.)

1037. Es giebt noch ein Kaliumſulphurid, und ſicherlich ein reines oder mit Kali verbundenes Polyſulphurid, deſſen Schwefelgehalt noch nicht bekannt iſt. Die ältern Chemiker bereiteten dieſe Verbindung, indem ſie Kalialaun mit Zucker, Honig oder Mehl glühten. Descotil hat jedoch einen Pyrophor mittelſt ſchwefelſauerm Kali allein bereitet und in der neuſten Zeit hat Gay-Luſſac gezeigt, welche Bedingungen zum Gelingen des Verſuches erforderlich ſind.

Da die Anwendung einer vegetabiliſchen waſſerſtoffhaltigen Subſtanz den Erfolg etwas verwickelt, ſo wendete Gay-Luſſac vorzugsweiſe Kienruß an. Ein Gemenge von Kalialaun und Kienruß in einer Thonretorte erhitzt, welche mit einem Rohr verſehen war, das unter Queckſilber mündete, gab anfänglich ſchweflichte Säure und Kohlenſäure zu faſt gleichen Volumen. Später entband ſich reine Kohlenſäure und endlich ein Gemenge dieſes Gaſes mit Kohlenoxydgas, welches Letztere gegen das Ende der Operation vorherrſchte. Zugleich entwickelte ſich auch ſehr wenig Schwefelwaſſerſtoff und Schwefel.

Dieſes Verhalten iſt leicht zu erklären. Der Kohlenſtoff zerſetzt anfangs die ſchwefelſaure Thonerde, ſo daß Letztere zurückbleibt, während ſich ſchweflichte Säure und Kohlenſäure entbinden. Er zerſtört ferner das ſchwefelſaure Kali und erzeugt daraus Schwefelkalium, was zurückbleibt, und Kohlenſäure und Kohlenoxydgas, welche als Gas fortgehen. Aller Schwefel der ſchwefelſauern Thonerde wird

*) Anwendung findet dieſe Verbindung nur als Reagens und zwar theils zur Auffindung der Metalloxyde der vier letzten Abtheilungen, theils auch zur Abſcheidung derſelben bei quantitativen Analyſen. A. u. E.

jedoch nicht entbunden, denn die Zerſetzung der Schwefelſäure mittelſt Kohle würde 1 Vol. Kohlenſäure und 2 Vol. ſchweflichte Säure geben. Da nun dieſe Gaſe ungefähr zu gleichen Volumen erhalten werden, ſo muß man daraus ſchließen, daß ein Theil Schwefel im Rückſtande bleibt und daß die demſelben entſprechende Menge Sauerſtoff Kohlenſäure bildet.

Der Rückſtand beſteht demnach aus einem Kalium Polyſulphurid, wahrſcheinlich zweifach Schwefelkalium, aus Kali, Thonerde und überſchüſſiger Kohle.

1038. Gay-Luſſac zeigte, daß die Thonerde, ſowie die Kohle auf den Pyrophor nur eigentlich mechaniſchen Einfluß äußert, denn 75 Grm. Alaun und 3,33 Grm. Kienruß mit einander ſehr ſtark geglüht, gaben ein braunrothes Produkt, in welchem keine Spur von Kohle zu bemerken war, und welcher ſich demungeachtet an der Luft entzündete.

Andrerſeits gab ein Gemenge von 1 At. ſchwefelſauerm Kali und 3 At. ſchwefelſaurer Magneſia mit Kohle geglüht einen ſehr guten Pyrophor, in welchem weder Kohle noch Thonerde vorhanden war.

Endlich bereitet Gay-Luſſac auch mit ſchwefelſauerm Kali und Kohle ohne noch etwas Anderes zuzufügen einen vortrefflichen Pyrophor. In dieſem Falle aber muß man einen bedeutenden Überſchuß von Kohle anwenden, um die Thonerde oder die Magneſia zu vertreten, welche wie ſie ſelbſt als poröſe Körper wirken. Es iſt übrigens auch einleuchtend, daß wenn gleich anfangs die Kohle nur eine paſſive Rolle ſpielt, ſie doch ſelbſt auch brennt, ſobald die Temperatur geſteigert wird und dann das Auffallende der Erſcheinung erhöht. Dieſen merkwürdigen Pyrophor bereitet man durch Rothglühen eines Gemenges von 9 Thl. ſchwefelſaurem Kali und von wenigſtens 5 Th. Kohle. Das erhaltene Produkt iſt außerordentlich entzündlich, denn kaum kommt es mit der ſelbſt trocknen Luft in Berührung, ſo wird es weißglühend und in glänzende Funken zerſtiebt.

Offenbar beſteht dieſer Pyrophor aus einem Oxydſulphurid mit Kohlenüberſchuß gemengt. Das Oxydſulphurid ohne beigemengte Kohle würde nicht bei gewöhnlicher Tem-

peratur in der Luft brennen. Es iſt auch leicht begreiflich, daß es keine ſchweflichte Säure, ſondern nur ein neutrales ſchwefelſaures Salz bilden kann.

Alle dieſe Pyrophore können beinahe Weißglühhitze vertragen, ohne ihre Entzündlichkeit zu verlieren; letztere hängt demnach gewiß nicht vom Kalium ab, denn ſie löſen ſich alle im Waſſer auf, ohne Waſſerſtoff zu entbinden. Auch keine Kohlenſtoffverbindung ſcheinen ſie zu enthalten. Man darf deshalb annehmen, daß die Eigenſchaften des Pyrophors theils von der Endzündlichkeit das Schwefelkaliums und von dem fein zertheilten Zuſtand desſelben abhängen, theils aber auch von der ſchnellen Verdichtung der Luft herrühren, welche die poröſen Stoffe, wie die Thonerde, Magneſia oder Kohle bewirken. Die ſchnelle Verdichtung erzeugt Wärme und dieſe kann dann leicht ſo bedeutend ſeyn, daß ſie das Gemenge zu entzünden vermag. *)

Auch das ſchwefelſaure Natrum giebt mit Kohle noch einen ſehr guten Pyrophor; dagegen liefert der ſchwefelſaure Baryt keinen.

Kaliumſelenide. (Seleniures de potassium.)

1039. Dieſe bieten nichts Beſonderes dar. Es giebt ohne Zweifel mehrere Verbindungen des Selens mit Kalium, allein ſie laſſen ſich alle ſchon aus den Gattungscharakteren erkennen. Das Selenkalium beſteht aus:

1 At. Kalium	= 487,91	oder	49,66
1 At. Selen	= 494,60	—	50,34
1 At. Selenkalium	= 982,51		100,00

Stickſtoffkalium. (Azoture de potassium.)

1040. Kalium und Stickſtoff verbinden ſich nicht direkte mit einander. Das Stickſtoffkalium erhält man durch Er-

*) Will man oben beſchriebenen Pyrophor aufbewahren, ſo muß man bei dem Herausnehmen aus der Retorte, worin er bereitet worden, mit Sorgfalt zu Werke gehen und ihn möglichſt gegen den Zutritt der Luft ſchützen; man erreicht dieſes am Beſten dadurch, daß man die Retortenmündung in ein Glas ſteckt, und nun den Pyrophor in daſſelbe hineinſchüttelt. Die erſten Antheile des hineinfallenden Pyrophors entzünden ſich, ſobald aber der in der Flaſche befindliche Sauerſtoff verzehrt iſt, findet keine Entzündung weiter Statt. Die Flaſche muß wohl verſchloſſen werden. A. u. E.

hitzen des Kaliums in trocknem Ammoniakgas; anfangs bildet ſich hierbei eine leichtflüſſige Verbindung von Kalium, Stickſtoff und Ammoniak, woraus aber durch Dunkelrothglühen alles Ammoniak verjagt werden kann.

Das Stickſtoffkalium iſt grünlich und hat kein metallähnliches Anſehn. In der Rothglühhitze entzündet es ſich an der Luft, beſſer aber noch im Sauerſtoffgas. Alle Körper, welche ſich mit Kalium verbinden können, verjagen den Stickſtoff daraus. Das Waſſer und die im Waſſer aufgelöſten Säuren verwandeln es in Kali und Ammoniak oder in Salze dieſer beiden Baſen. Das Stickſtoffkalium beſteht aus:

3 At. Kalium	= 1463,73	oder	89,25
2 At. Stickſtoff	= 177,02	—	10,75
1 At. Stickſtoffkalium	1640,75		100,00

Phosphorkalium. (Phosphure de potassium.)

1041. Es iſt feſt, glanzlos, chokoladefarbig und hat kein metalliſches Anſehen. Das Waſſer verwandelt es ſogleich in Kali, unterphosphorichtſaures Kali, Phosphorwaſſerſtoffgas im Maximum und in freies Waſſerſtoffgas. Die Zuſammenſetzung iſt nicht bekannt. Man kann es durch direkte Vereinigung des Kaliums mit Phosphor bereiten, wobei ſich Licht und Wärme entbindet, ſobald die beiden Körper flüſſig geworden ſind; oder es läßt ſich auch darſtellen, indem man Phosphorwaſſerſtoff mittelſt Kalium zerſetzt; hierbei entbindet ſich dann Waſſerſtoffgas.

Arſenikkalium. (Arseniure de potassium.)

1042. Dieſe Verbindung iſt feſt, glanzlos und kaſtanienbraun. Nur wenn es einen Arſeniküberſchuß enthält, ſo zeigt es metalliſches Gefüge und Glanz. Mit Waſſer in Berührung gebracht zerſetzt es daſſelbe augenblicklich, und man erhält Arſenikwaſſerſtoffgas, was wahrſcheinlich mit Waſſerſtoffgas gemengt iſt, ferner Waſſerſtoffarſenik als braune Flocken und Kali. Die Zuſammenſetzung dieſer Verbindung iſt noch nicht bekannt. Man bereitet ſie durch Vereinigung von Arſenik und Kalium in einer erhitzten mit Stickſtoff erfüllten

gebogenen Glocke. (Taf. 1. Fig. 9.) Bei der Verbindung beider Körper entbindet ſich Licht. Auch durch Behandlung des Arſenikwaſſerſtoffgas mittelſt Kalium in der Wärme kann man das Arſenikkalium bereiten; es wird hierbei der Waſſerſtoff frei.

Kohlenſtoff-, Bor- und Kieſel-Kalium. (Carbure, Borure et Siliciure de potassium.

1043. Die beiden letzgenannten Körper bilden ſich wahrſcheinlich bei der Bereitung des Bors und Kieſels. (S. §§. 386. u. 405.) Noch kennt man die Eigenſchaften dieſer problematiſchen Verbindungen nicht. Das Kohlenſtoffkalium iſt ebenſo wenig näher gekannt; wahrſcheinlich erzeugt ſich daſſelbe immer bei Bereitung des Kaliums nach Brunner. Wir werden ſpäter darauf zurückkommen.

Kaliſalze.

1044. Die meiſten Kaliſalze ſind ſehr auflöslich, allein weniger löslich als die Ammoniakſalze; mehrere derſelben werden an der Luft feucht. Sie vertragen die Rothglut leichter als die meiſten übrigen Salze, ſo daß ſogar einige Säuren, die mit andern Baſen verbunden durch die Hitze ausgetrieben oder zerſetzt werden, im Gegentheil derſelben widerſtehen, wenn ſie mit Kali vereinigt ſind.

Um ein Kaliſalz zu erkennen, konzentrirt man deſſen Auflöſung und fügt eine konzentrirte Auflöſung von Weinſteinſäure hinzu; es fällt dann ſogleich in der Flüſſigkeit ein weißer körniger Niederſchlag zu Boden; dieſer ſchmeckt ſauer und iſt ſaures weinſteinſaures Kali. Man kann auch die Kaliſalze mit Hülfe einer geſättigten Auflöſung von ſchwefelſaurer Thonerde prüfen, wodurch Kalialaun in kleinen Kryſtallen niedergeſchladen wird; die Ammoniakſalze beſitzen aber dieſelbe Eigenſchaft. Endlich laſſen ſich auch die Kaliſalze durch Chlorplatinauflöſung erkennen, wodurch ein orangefarbener Niederſchlag gebildet wird, der ein wenig lösliches Doppelſalz iſt; auf gleiche Weiſe verhalten ſich aber auch die Ammoniakſalze gegen Platinlöſung, ſo daß man, um nicht

in einen Irrthum zu verfallen, die zu unterſuchenden Salze zuerſt glühen und dann erſt prüfen muß. *) Vor dem Löthrohre laſſen ſich die Kaliſalze erkennen, wenn man etwas Borax mit Nickeloxyd zuſammenſchmelzt; die Kugel iſt anfänglich braun, ſobald aber etwas Kali oder ein Kaliſalz hinzukommt färbt ſie ſich ſchön blau.

Chlorſaures Kali.

(Synon. Überoxydirtſalzſaures Kali. Lat. Kali chloricum, Kali muriaticum hyperoxygenatum. Franz. Chlorate de potasse. Muriate suroxigéné de potasse.)

1045. Das chlorſaure Kali kryſtalliſirt in weiſen rhomboidalen Blättchen von perlmutterähnlichem Anſehen, bisweilen auch in langen Nadeln. Es verändert ſich an der Luft nicht, ſchmeckt kühlend und iſt geruchlos. 100 Theile Waſſer löſen davon 3,33 Th. bei 0°, 18,96 Th. bei 49° und 60,4 Th. bei 104,78° auf. Wird dieſes Salz erhitzt, ſo ſchmilzt es ſchon bei ziemlich niedriger Temperatur, dann fängt es an zu kochen, entbindet ſeinen ganzen Sauerſtoffgehalt und verwandelt ſich in Chlorkalium.

Mengt man Harz oder Schwefel mit chlorſauerm Kali und bringt einige Tropfen Schwefelſäure darauf, ſo findet eine Verpuffung Statt, welche von der plötzlich durch die Schwefelſäure entbundenen Chlorſäure herrührt. Auf dieſem Verhalten gründet ſich die Bereitung und Anwendung der ſogenannten chemiſchen Feuerzeuge. Man bereitet dieſes Salz indem man einen bedeutenden Überſchuß von Chlor in eine konzentrirte Auflöſung von Ätzkali leitet. Das Chlor zerſetzt das Kali und bildet Chlorkalium, während der aus dem Kali freigewordene Sauerſtoff ſich mit einem andern Antheil Chlor verbindet und Chlorſäure bildet, die mit Kali ſich zu wenig auflöslichem chlorſaurem Kali vereinigt.

*) Durch Glühen werden die Ammoniakſalze entweder ganz verflüchtigt oder doch ſo zerſetzt, daß wenigſtens die Baſis fortgeht, und mithin nachher nicht mehr reagiren kann; Kaliſalze dagegen reagiren vor und nach dem Glühen auf Kali. A. u. E.

(§§. 786 und 787.) Iſt die etwas langwierige Operation beendigt, ſo gießt man die Flüſſigkeit ab und wäſcht die kryſtalliniſche Maſſe mit etwas kaltem Waſſer, um das anhängende Chlorkalium davon zu entfernen. Das erhaltene chlorſaure Kali wird durch Auflöſen und Kryſtalliſiren gereinigt. Ein Kilogramm käufliche Pottaſche liefert gewöhnlich 90—100 Gramme (alſo ungefähr den zehnten Theil) von dieſem Salze. *) Es beſteht aus:

---

*) Da das chlorſaure Kali heut zu Tage in chemiſchen Fabriken im Großen bereitet wird, ſo fügen wir noch einige für die praktiſche Ausführung nöthige Bemerkungen hinzu. Zuvörderſt ſind, je nach der Menge des zu bereitenden Salzes, ein oder mehrere Glaskolben oder irdene Gefäße nöthig, welche die zur Chlorentbindung erforderlichen Stoffe aufnehmen. Man ſtellt ſolche in ein Sandbad und verſieht ſie außer dem gewöhnlichen Gasentbindungsrohr noch mit einer S förmigen, zum Eingießen der Schwefelſäure oder Salzſäure beſtimmten Röhre (Taf. 4. Fig. 2. a und b.) Das Gasrohr eines jeden Gefäßes geht zuerſt in eine tubulirte Sicherheitsflaſche, welche etwas Waſſer enthält, um das Chlorgas von anhängender Salzſäure zu reinigen. Dieſe Flaſche hat außerdem noch ein Sicherheitsrohr und von ihr geht das Chlorgas durch eine zweite Röhre in ein großes Gefäß, in welches man eine Auflöſung von guter käuflicher Pottaſche bringt. Dieſe Röhre, welche tief in die Auflöſung hinabreicht, muß weit ſeyn und ſich entweder trichterförmig ausmünden oder man ſteckt einen am einen Ende aufwärts gebogenen Glasſtab in den Kork, durch welchen das Glasrohr geht, um mit demſelben die im Innern des Rohrs ſich anſetzenden Salzkryſtalle abzuſtoßen und das Verſtopfen desſelben zu verhüten. Die Pottaſchenauflöſung nimmt man am Beſten zu 30—35° B. oder von 1,26—1,32 ſpez. Gewicht, je nach der äußern Temperatur. Iſt der Apparat gehörig vorgerichtet und gut verkittet, ſo wird die Operation durch Eingießen der Säure und durch gelindes Feuern des Ofens begonnen. Das ſich entbindende Chlorgas ſtreicht nun ununterbrochen in die letzten Gefäße, und zerſetzt das darin befindliche kohlenſaure Kali. Die Kohlenſäure entbindet ſich im Verlaufe der Operation vollſtändig, (anfangs nicht ſogleich, weil zuerſt doppelt kohlenſaures Kali gebildet wird) und es erzeugt ſich Chlorkalium und chlorſaures Kali. Während die Operation im Gange iſt, hat man vorzüglich darauf zu achten, daß keine Verſtopfung der letzten Gasröhre bei Ausmündung derſelben in die Pottaſchenauflöſung Statt finde, was leicht an der Sicherheitsröhre der Mittelflaſche zu erkennen iſt. Hat man eine Pottaſchenauflöſung von oben bemerkter Stärke angewendet, ſo kryſtalliſirt bloß das chlorſaure Kali während der Operation aus derſelben und das Chlorkalium bleibt aufgelöſt; außerdem ſondert ſich noch aus derſelben etwas Kieſelerde ab, die mit Hilfe des Kalis aufgelöſt war. Nach beendigter Operation, wenn kein Chlor mehr abſorbirt wird, ſondert man die Auflöſung von den Salzkryſtallen, löſt dieſe in heißem Waſſer auf, filtrirt um die anhängende Kieſelerde davon zu trenne und läßt kryſtalliſiren. Die

1 At. Kali	=	587,915	oder 38,49
1 At. Chlorſäure	=	942,64	— 61,51
1 At. chlorſaures Kali	=	1530,555	100,00

Das chlorſaure Kali dient zur Bereitung des Sauerſtoffgaſes und zur Verfertigung der Zündhölzchen für die chemiſchen Feuerzeuge. *) Früherhin wurde es auch zur Anfertigung der Zündhütchen für Perkuſſionsflinten angewendet; auch verſuchte man, daſſelbe Behufs der Pulverbereitung mit Salpeter zu mengen, allein man mußte wieder darauf verzichten, weil dieſes Pulver zu detonirend war.

Chlorichtſaures Kali.

(Synon. Chlorkali. Lat. Kali chlorosum. Franz. Chlorite de potasse.)

Dieſes Salz bildet die bekannte javell'ſche Lauge; ſeine Eigenſchaften wurden bereits bei der allgemeinen Betrachtung der chlorichtſauern Salze erwähnt, allein da es im Großen angewendet wird, ſo werden wir über ſeine Berei-

erhaltenen Kryſtalle ſind chlorſaures Kali, deſſen Reinheit man daran erkennt, daß es nicht durch ſalpeterſaures Silber getrübt werden darf; im entgegengeſetzten Fall würde es noch Chlorkalium enthalten, und zu weiterer Reinigung ein wiederhohltes Umkryſtalliſiren erfordern. A. u. E.

*) Die Zündhölzchen werden folgendermaſſen bereitet: man nimmt 3 Thl. chlorſaures Kali und 1 Thl. gut ausgewaſchene Schwefelblumen. Das Salz wird vorſichtig für ſich zerrieben und nachher mit dem Schwefel auf Papier gemengt, wobei jede Reibung oder Stoß ſorgfältig vermieden werden muß, um keine Exploſion zu veranlaſſen. Das Gemenge wird nun mit etwas Traganthſchleim und Bärlapp (Semen lycopodii) zu einer konſiſtenten Maſſe angemacht und zuletzt noch Zinnober zugefügt, um es zu färben. In dieſen Brei werden gewöhnliche, gut mit Schwefel verſehene Schwefelhölzchen eingetaucht und nachher ſcharf getrocknet. Die Zündgläschen ſelbſt enthalten mit höchſt konzentrirter Schwefelſäure getränkten Asbeſt oder Amianth; man bringt deshalb Asbeſt in die Gläschen, damit die Zündhölzchen nur oberflächlich die Schwefelſäure berühren können; würden ſie tiefer in dieſelbe eintauchen, ſo wäre zwar immerhin eine Entzündung möglich, allein die brennenden Hölzchen würden eben ſo ſchnell wieder verlöſchen, weil der Schwefel, der in dieſem Falle auch mit Schwefelſäure in Berührung kam, nicht fortbrennen könnte. Die Zündgläschen ſelbſt müſſen immer nach dem Öffnen ſchnell wieder aufs Sorgfältigſte verſchloſſen werden, damit die Schwefelſäure nicht Feuchtigkeit aus der Luft anziehe, wodurch ſie die zündende Kraft verliert. A. u. E.

tung ausführlich ſprechen, wenn wir den damit verwandten chlorichtſauern Kalk abhandeln.

Bromſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali bromicum. Franz. Bromate de potasse.)

1047. Das bromſaure Kali iſt im Alkohol wenig, dagegen im Waſſer mehr löslich; da warmes Waſſer davon mehr auflöſt als kaltes, ſo kryſtalliſirt das Salz aus geſättigten warmen Auflöſungen nadelförmig; durch langſames Abdampfen aber kryſtalliſirt es in glanzloſen Blättchen. *) Es beſteht aus:

1 At. Kali	=	587,915	oder	29,10
1 At. Bromſäure	=	1432,80	—	70,90
1 At. bromſaures Kali	=	2020,715		100,00

Jodſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali iodicum. Franz. Iodate de potasse.)

1048. Das iodſaure Kali wird ganz auf ähnliche Weiſe wie das chlorſaure Kali bereitet. Man bringt Jod mit einer konzentrirten Auflöſung von Ätzkali zuſammen und ſchüttelt beide miteinander; hierbei bildet ſich dann ſehr lösliches Jodkalium und ſchwer lösliches iodſaures Kali. Um beide von einander zu ſcheiden, dampft man die Flüſſigkeit bis zur Trockne ab und behandelt dann den Rückſtand wiederhohlt mit Alkohol von 0,82 ſpez. Gew. Der Alkohol löſt das Jodid auf und das iodſaure Kali bleibt zurück, welches nun im Waſſer aufgelöſt wird. Das noch dabei befindliche über-

*) Es iſt in ſeinem übrigen chemiſchen Verhalten dem chlorſauern Kali ſehr ähnlich: in der Hitze giebt es Sauerſtoff aus und verwandelt ſich in Bromkalinm; mit brennbaren Körpern gemengt, verpufft es heftig durch den Stoß, und ein Gemenge von Harz oder Schwefel mit dieſem Salze wird gleichfalls durch konzentrirte Schwefelſäure entzündet. Man bereitet dieſes Salz durch Zuſammenbringen von Brom und Kaliauflöſung; es entſteht dadurch bromſaures Kali und Bromkalium, welche wegen ihrer verſchiedenen Auflöslichkeit im Waſſer leicht durch Kryſtalliſiren von einander geſchieden werden können. A. u. E.

ſchüſſige Kali, ſättigt man durch Eſſigſäure und dampft die Auflöſung aufs Neue ab. Die Salzmaſſe wird nun wiederum mit Alkohol behandelt, der das eſſigſaure Kali auflöſt und das iodſaure Kali zuletzt ganz rein in kleinen weißen Kryſtallen zurückläßt.

Dieſes Salz verpufft auf glühenden Kohlen gleich dem Salpeter; wird es in einer Retorte erhitzt, ſo verwandelt es ſich in Jodkalium und entbindet ſeinen Sauerſtoff. Es beſteht aus

1 At. Kali	= 587,915	oder	22,21
1 At. Jodſäure	= 2066,70	—	77,79
1 At. iodſaures Kali	= 2654,615		100,00

Schwefelſaures Kali.

(Synon. Vitrioliſirter Weinſtein. Lat. Kali sulphuricum, Tartarus vitriolatus, Arcanum duplicatum, Sal de duobus. Franz. Sulfate de potasse.)

1049. Dieſes Salz iſt weiß und hat einen bittern, unangenehmen Geſchmack; ſein ſpezif. Gew. iſt 2,4; 100 Th. Waſſer von 12,7° löſen 10,59 Th. und dieſelbe Menge Waſſer von 101,5° löſen 26,33 Th. dieſes Salzes auf. Es kryſtalliſirt in vier- oder ſechsſeitigen kurzen Säulen, die ſich in vier oder ſechsſeitigen Pyramiden endigen. An der Luft wird es nicht verändert; Kryſtalliſationswaſſer enthält es nicht, wohl aber Dekrepitationswaſſer, weshalb es auch im Feuer verkniſtert. In einer die Rothglut noch übertreffenden Temperatur ſchmilzt es. Die meiſten Säuren verwandeln es in doppeltſchwefelſaures Kali. Man erhält es durch Glühen des ſauern Salzes, welches von der Zerſetzung des Salpeters mittelſt Schwefelſäure herrührt. Auch durch Sättigung der Schwefelſäure mit kohlenſaurem Kali läßt es ſich bereiten, wenn man die Salzlöſung abdampft und kryſtalliſirt. *) Es beſteht aus

*) Als Nebenprodukt erhält man dieſes Salz auch bei der Bereitung der Schwefelſäure durch Verbrennen eines Gemenges von Schwefel und Salpeter. A. u. E.

1 At. Kali	=	587,915	oder 54,07
1 At. Schwefelſäure	=	501,16	— 45,93
1 At. ſchwefelſaures Kali	=	1089,075	100,00

Man bedient ſich deſſelben bei der Alaunfabrikation, indem man es mit ſchwefelſaurer Thonerde verbindet; die die Salpeterfabrikanten wenden es an, um den ſalpeterſauren Kalk in ſalpeterſaures Kali zu verwandeln. *)

Doppelſchwefelſaures Kali.

(Synon. Lat. **Kali bisulphuricum.** Franz. **Bisulfate de potasse.**)

Dieſes Salz ſchmeckt ſtark ſauer und röthet die blauen Pflanzenfarben. Bei einer Temperatur von 16° ſind 6 Theile Waſſer zu ſeiner Auflöſung erforderlich. Gewöhnlich kryſtalliſirt es in langen loſen Nadeln und zuweilen in ſechsſeitigen Säulen. Wenn die Auflöſung langſam abgedampft wird, ſo bilden ſich oben auf der Flüſſigkeit ſehr feine und weiße faßrige Kryſtallbündel, welche äußerſt leicht ſind und beinahe gar keinen Zuſammenhang haben. Wird dieſes Salz erhitzt, ſo ſchmilzt es leicht und nimmt öhlartige Beſchaffenheit an; beim Erkalten wird es jedoch wieder ſo weiß wie vorher. Durch ſtarkes und anhaltendes Glühen verliert es ſeinen Säureüberſchuß und geht in neutrales ſchwefelſaures Salz über. Es beſteht aus

1 At. Kali	=	587,915	oder 37,05
2 At. Schwefelſäure	=	1002,320	— 62,95
1 At. doppeltſchwefelſaures Kali	=	1590,235	100,00

Der Rückſtand, welchen man bei der Bereitung der Salpeterſäure aus Salpeter mittelſt Schwefelſäure erhält, iſt doppeltſchwefelſaures Kali, **) welches, nachdem man es in

*) Gebraucht wird es ferner als Arzneimittel, als Reagens (z. B. zur Scheidung des Ceroxyds) und zur Bereitung des Pyrophors nach Gay-Luſſac. Auch in den Glashütten könnte man es zu Kaliglas verarbeiten, wenn man es wie das ſchwefelſaure Natrum behandeln würde, das jetzt allgemein zur Fabrikation des Natrumglaſes verwendet wird. A. u. E.

**) Nicht immer erhält man bei der Salpeterſäurebereitung doppelt-ſchwefelfelſaures Kali als Rückſtand, ſondern nur in dem Falle, wenn man auf 1 At. Salpeter 2 At. Schwefelſäure genommen hat. Wir nehmen hier Gelegenheit

einfach ſchwefelſaures Kali verwandelt hat, in Alaun- und Salpeterfabriken verwendet werden kann. *)

Unterſchwefelſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali hyposulphuricum. Franz. Hyposulfate de potasse.)

Es kryſtalliſirt in zylinderähnlichen Säulen mit wagrecht abgeſtumpften Endflächen. In 2,65 Th. Waſſers von 16° C. und in 1,58 Th. kochenden Waſſers löſt ſich 1 Th. dieſes Salzes auf. In Alkohol iſt es auflöslich. Es enthält kein Kryſtallwaſſer und zerfließt nicht an der Luft; der Geſchmack iſt bitter. Es iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Kali	=	587,915 oder	39,45
1 At. Säure	=	902,32 —	60,55
1 At. unterſchwefelſaures Kali	=	1490,235	100,00

Wird dieſes Salz erhitzt, ſo entbindet es ſchweflichte Säure und verwandelt ſich in ſchwefelſaures Salz. Es abſorbirt den Sauerſtoff nur äußerſt langſam.

Schweflichtſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali sulphurosum. Franz. Sulfite de potasse.)

1052. Das ſchweflichtſaure Kali iſt weiß, kryſtalliſirt in durchſichtigen rhomboidalen Tafeln, bisweilen aber auch in kleinen Nadeln, welche ſämmtlich von einem gemeinſchaftlichen Zentrum ausgehen. Es ſchmeckt durchdringend und

---

auf die von Mitſcherlich neuerdings in dieſer Hinſicht gemachten Erfahrungen nachträglich aufmerkſam zu machen. Mitſcherlich fand nämlich, daß ſowohl Zeit als Brennmaterial erſpart wird, und daß man das Maximum an Salpeterſäure erhält, wenn man auf 1 At. Salpeter (100 Gew. Thl.) ½ At. waſſerhaltige Schwefelſäure (96,8 Gew. Thl.) nimmt. In dieſem Falle bleibt dann immer doppelt-ſchwefelſaures Kali als Rückſtand. (S. Poggendorffs Annalen der Phyſik und Chemie. Bd. 18. S. 152.) A. u. E.

*) Seines Säureüberſchuſſes wegen wendet man dieſes Salz zur Entbindung des Chlors aus dem Chlorkalk an, und zieht es des bequemen Transportes halber zu den ſogenannten Präſervativflaſchen den auf gleiche Weiſe wirkenden flüſſigen Säuren vor. (S. Dinglers polyt. Journal. Bd. 3. S. 417. A. u. E.

nach ſchweflicher Säure. Bei gewöhnlicher Temperatur löſt es ſich in einem gleichen Gewicht Waſſers auf; im ſiedenden Waſſer iſt es dagegen noch viel löslicher. Der Luft ausgeſetzt geht es allmählig in ſchwefelſaures Salz über. Es beſteht aus

1 At. Kali	= 587,915	oder	59,52
1 At. ſchweflichte Säure	= 401,16	—	40,48
1 At. ſchweflichtſ. Kali	= 989,075		100,00

Man bereitet dieſe Verbindung, wenn man ſchweflichtſaures Gas durch eine Auflöſung von Ätzkali oder kohlenſaurem Kali leitet. *)

Unterſchweflichtſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali hyposulphurosum. Franz. Hyposulfite de potasse.)

1053. Man bereitet dieſes Salz durch Kochen des ſchweflichtſauren Kali's mit Schwefelblumen; es iſt beſtändiger als dieſes und verwandelt ſich nur äußerſt ſchwierig in ſchwefelſaures Kali.

Selenichtſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali seleniosum. Franz. Selenite de potasse.)

1054. Es iſt im Waſſer in allen Verhältniſſen löslich; auch im Alkohol löſt es ſich auf. Bis jetzt hat man es noch nicht kryſtalliſirt darſtellen können. Wird die Auflöſung zur Trockne abgedampft, ſo erhält man eine Maſſe, welche die Feuchtigkeit der Luft anzieht. Dieſes Salz beſteht aus

1 At. Kali	= 587,91	oder	45,88
2 At. Säure	= 694,60	—	54,12
1 At. ſelenichtſaures Kali	= 1282,51		100,00

1055. Das doppelt-ſelenichtſaure Kali iſt gleichfalls im Waſſer ſehr auflöslich und deliquesziert; wird es ſtark erhitzt, ſo verliert es die Hälfte ſeiner Säure. Es beſteht aus

*) Man wendet dieſes Salz in den Laboratorien als Reagens an; es reagirt auf ſelenichte Säure und ſelenichtſaure Salze, indem das Selen daraus reduzirt und gefällt wird. A. u. E.

1 At. Kali	= 587,91	oder	29,77
4 At. Säure	= 1389,20	—	70,23
1 At. doppeltſelenichtſaures Kali	= 1977,11		100,00

Phosphorſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali phosphoricum. Franz. Phosphate de potasse.)

1056. Dieſes Salz hat einen kühlenden, etwas urinöſen Geſchmack. Es kryſtalliſirt in gleichſeitigen rechtwinklichten Prismen mit vierflächiger Zuſpitzung. An der Luft iſt es unveränderlich. In großer Hitze kommt es in den feurigen Fluß. Man bereitet es durch direkte Vereinigung der Phosphorſäure mit Kali, oder indem man den ſauern phosphorſauern Kalk durch kohlenſaures Kali zerſetzt. Es iſt zuſammengeſetzt aus:

2 At. Kali	= 1175,83	oder	56,94
1 At. Phosphorſäure	= 892,30	—	43,06
1 At. phosphorſaures Kali	= 2068,13		100,00

Doppelt-phosphorſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali biphosphoricum. Franz. Biphosphate de potasse.)

1057. Es iſt im Waſſer ſehr auflöslich und kryſtalliſirt nur äußerſt ſchwierig. Im trocknen Zuſtande zieht es ſchnell die Feuchtigkeit der Luft an und wird dickflüſſig. Einer hohen Temperatur ausgeſetzt, ſchmilzt er zu einem durchſichtigen Glas, welches an der Luft ebenfalls wieder deliqueszirt. Dieſes Salz beſteht aus:

1 At. Kali	= 587,91	oder	39,71
1 At. Phosphorſäure	= 892,30	—	60,29
1 At. doppeltphosphorſaures Kali	= 1480,21		100,00

Phosphorichtſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali phosphorosum. Franz. Phosphite de potasse.)

1058. Noch hat man dieſe Verbindung nicht genau unterſucht. Es kryſtalliſirt nicht und bildet, wenn es erhitzt

wird, reines Waſſerſtoffgas und neutrales phosphorſaures Kali. Es enthält:

2 At. Kali	=	1175,83	oder	63,02
1 At. Säure	=	692,30	—	36,98
		1868,13		100,00

Unterphosphorichtſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali hypophosphorosum. Franz. Hypophosphite de potasse.)

1059. Es iſt im Waſſer ſehr auflöslich und noch zerfließlicher als das Chlorkalium; auch im Alkohol löſt es ſich in allen Verhältniſſen auf. An der Luft nimmt es nach und nach Sauerſtoff auf und wird ſauer. Im Feuer wird es zerſetzt, entbindet Phosphor und Phosphorwaſſerſtoffgas und als Rückſtand bleibt phosphorſaures Kali.

Salpeterſaures Kali.

(Synon. Salpeter, Kaliſalpeter. Lat. Kali nitricum. Nitrum. Franz. Nitrate de potasse. Nitre. Salpêtre.)

1060. Das ſalpeterſaure Kali iſt weiß, ſchmeckt kühlend und etwas bitter. Es iſt leicht zerbrechlich; ſein ſpezif. Gewicht iſt 1,93. Nach Gay-Luſſac löſen 100 Thl. Waſſer davon auf:

13,32	Thl.	bei	0°
85,0	—	—	50°
170,8	—	—	80°
246,15	—	—	100°

Es kryſtalliſirt in langen, ſechsſeitigen, ſechsflächig zugeſpitzten Säulen. Von dieſen Kryſtallen hängen bisweilen mehrere ſo an einander, daß zwiſchen denſelben röhrenförmige Räume gebildet werden; *) ſie enthalten kein Kryſtalliſationswaſſer.

*) In vollkommen ſoliden Kryſtallen, welche keine Zwiſchenräume enthalten, erhält man den Salpeter durch langſames, freiwilliges Verdunſten geſättigter Auflöſungen. A. u. E.

Durch die Luft wird der Salpeter nicht verändert; in einer Temperatur von 350° C. ſchmilzt derſelbe und erſtarrt beim Ausgießen, nachdem er erkaltet, zu einer kryſtalliniſchen undurchſichtigen Maſſe, welche man in den Apotheken mineraliſcher Kryſtall, Salpeterkügelchen (Lapis prunellae s. Nitrum tabulatum) nennt. Wird der Salpeter der Rothglühhitze ausgeſetzt, ſo entbindet ſich daraus ein Theil Sauerſtoff; läßt man das Feuer länger darauf einwirken, ſo wird die Säure gänzlich zerſetzt und man erhält als Rückſtand reines Kali. *) Unter allen ſalpeterſauren Salzen verpufft dieſes am heftigſten mit brennbaren Körpern; wirft man es auf glühende Kohlen, ſo ſchmilzt es und erzeugt eine äußerſt lebhafte Verbrennung. Mengt man zwei Theile Salpeter und einen Theil Schwefelblumen und wirft das Gemenge in einen roth glühenden Tiegel, ſo iſt die Verbrennung ſo lebhaft, daß das Auge kaum die ſtarke Lichtentwicklung ertragen kann. Eben ſo verhält es ſich mit einem Gemenge von Kohle und Salpeter, wobei zugleich noch eine Detonation Statt findet.

Mengt man drei Theile Salpeter, zwei Theile Pottaſche und einen Theil Schwefel mit einander, ſo erhält man das ſogenannte Knallpulver, welches ſtark erhitzt, außerordentlich explodirt. Man bringt etwas davon in einen eiſernen Löffel und hält dieſen über glühende Kohlen; ſobald der Schwefel ſchmilzt, entſteht eine ſehr bedeutende mit ſtarkem Knalle begleitete Exploſion. Der Löffel wird nach unten gebogen, als wenn er einen ſtarken Druck von oben nach unten auszuhalten gehabt hätte. Wahrſcheinlich bildet ſich hierbei ein Schwefelkalium, welches bei einer niedrigern Temperatur als der Schwefel ſelbſt entzündlich iſt und dadurch plötzlich die in der ganzen Maſſe verbreitete Salpeterſäure

*) In der Vorausſetzung, daß heftig und anhaltend geglühter Salpeter wirklich in reines Kali verwandelt wird, wie mehrere Chemiker behaupten, ſo gäbe dieſes ein Mittel an die Hand, ſich leicht äußerſt reines Ätzkali zu verſchaffen. Eine Hauptſchwierigkeit hierbei möchten aber die hierzu anzuwendenden Gefäße darbieten, da Silber die Hitze nicht aushält und Platin leicht von Kali angegriffen wird. Auf jeden Fall wäre es wichtig, zu unterſuchen, ob dieſe Methode praktiſch anwendbar werden könnte. A. u. E.

zerſetzt. Die ſchnelle Ausdehnung der ſich hierbei bildenden Gaſe, vorzüglich des Stickſtoffs, verurſacht dann die gewaltſame Detonation. *) Dieſes Salz beſteht aus

1 At. Kali	=	587,915	oder	46,55
1 At. Salpeterſäure	=	677,02	—	53,45
1 At. ſalpeterſaures Kali	=	1264,935		100,00

Man wendet den Salpeter zur Bereitung der Salpeterſäure an, welche man ſo häufig in den Künſten gebraucht; ferner iſt er ein unentbehrliches Mittel bei Bereitung der ungeheuern Maſſen von Schwefelſäure, die durch Verbrennen von 8 Th. Schwefel mit 1 Th. Salpeter erzeugt werden. Man bedient ſich ferner des Salpeters zur Darſtellung des reinen kohlenſauern Kalis, zur Fabrikation des Pulvers ꝛc. **) Die Gewinnung des Salpeters und Bereitung des Pulvers wird in einem beſondern Kapitel (1525) abgehandelt werden.

Unterſalpetrichtſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali hyponitrosum. Franz. Hyponitrite de potasse.)

1061. Man erhält dieſes Salz indem man eine Auflöſung von ſchwefelſauerm Kali in aufgelöſtes neutrales unterſalpetrichtſaures Kali gießt, dann filtrirt und die Flüſſigkeit abdampft. Es beſteht aus

*) Noch verdient hier Baume's Schnellfluß angeführt zu werden, mit welchem man in einem Augenblick eine kleine Silbermünze ſchmelzen kann; derſelbe beſteht aus einem Gemenge von 3 Thl. Salpeter, 1 Thl. Schwefel und 1 Thl. feinen trocknen Sägeſpänen. Drückt man einen Kreuzer oder Silberpfennig mit Schnellfluß umgeben, in eine Nußſchale und zündet die Maſſe an, ſo ſchmilzt die bedeutende ſich entwickelnde Hitze das kleine Metallſtückchen, und es bleibt als ein Schwefelmetallkorn umgeben von Schwefelkalium in der unverſehrt gebliebenen Nußſchale zurück. A. u. E.

**) Der Salpeter wird ferner angewendet: 1.) Zur fabrikmäßigen Bereitung des chromſauern und arſenikſauern Kali's; 2.) In der Medizin und zur Bereitung mehrerer Arzneimittel in den Apotheken; 3.) Zum Einſalzen des Fleiſches; 4.) In den Laboratorien zur Darſtellung verſchiedener chemiſcher Produkte, z. B. zur Oxydation mancher Metalle, wie des Antimons ꝛc.; 5.) Zu Feuerwerken; 6.) In den Glashütten. A. u. E.

1 At. Kali	=	587,91	oder 55,28
1 At. Säure	=	477,02	— 44,72
1 At. unterſalpetrichtſaures Kali	=	1064,93	100,00

Arſenikſaures Kali.

(Synon. Lat. Kali arsenicicum. Franz. Arseniate de potasse.)

1062. Dieſes Salz zerfließt an der Luft, grünt den Veilchenſyrup und verändert die Lakmustinctur nicht. Um es zu bereiten, ſättigt man kohlenſaures Kali oder Ätzkali mit Arſenikſäure. Es beſteht aus

2 At. Kali	=	1175,83	oder 45,02
1 At. Arſenikſäure	=	1440,77	— 54,98
1 At. arſenikſaures Kali	=	2616,60	100,00

Zweifach-arſenikſaures Kali.

(Synon. Kali biarsenicicum. Franz. Bi-arseniate de potasse.)

1036. Es kryſtalliſirt in vierſeitigen Säulen mit vierflächiger Zuſpitzung. Im Waſſer iſt es auflöslich und zwar im warmen mehr als im kalten. Glüht man dieſes Salz in einem Platintiegel, ſo verliert es einen Theil ſeiner Säure und verwandelt ſich in neutrales Salz. Man bereitet das dopppeltarſenichtſaure Kali, indem man Salpeter mit arſenichter Säure in einer Retorte erhitzt und nachher in warmem Waſſer auflöſt, filtrirt und zur Kryſtalliſation abdampft. *) Es beſteht aus

*) Da daz arſenikſaure Kali jezt ein Gegenſtand der Bereitung im Großen iſt, ſo fügen wir noch einige Details darüber hinzu. Sowohl das neutrale als das ſaure Salz gewinnt man, indem man gleiche Theile Salpeter und arſenichte Säure (weißen Arſenik) im pulveriſirten Zuſtand mengt. Die Menge der zu behandelnden Stoffe beſtimmt die Wahl der Gefäße. Kleinere Quantitäten behandelt man in Schmelztiegeln oder in thönernen Retorten; größere Maſſen bringt man in eiſerne Zylinder, wie diejenigen ſind, deren man ſich zur Bereitnng der Salpeterſäure bedient. Iſt das Gemenge in dem Zylinder, ſo feuert man ganz langſam und verſtärkt die Hitze erſt nach und nach Der Salpeter wird zerſetzt und der frei perdende Sauerſtoff verwandelt die

1 At. Kali	= 587,91	oder	29,05
1 At. Arſenikſäure	= 1440,77	—	70,95
1 At. 2fach=arſenikſaures Kali	= 2028,68		100,00

Arſenichtſaures Kali.

(Synon. Kali arsenicosum. Franz. Arsenite de potasse.)

1064. Dieſes Salz erhält man ganz einfach durch Sättigung des Ätzkalis mittelſt arſenichter Säure. Man hat daſſelbe noch nicht in kryſtalliniſcher Form darſtellen können, und es erſcheint als eine dicke gummiartige Maſſe von gelber Farbe. Es beſteht aus

2 At. Kali	= 1175,82	oder	48,66
1 At. Säure	= 1240,77	—	51,34
1 At. arſenichtſaures Kali	= 2416,59		100,00

Borſaures Kali.

(Synon. Boraxſaures Kali. Lat. Kali boracicum. Franz. Borate de potasse.)

1065. Noch kennt man dieſes Salz, was man durch direkte Vereinigung der Borſäure mit Kali erhalten kann, nicht genau. Es iſt im Waſſer auflöslich und kryſtalliſirt beim Abdampfen in vierſeitigen Prismen.

---

arſenichte Säure in Arſenikſäure, welche ſich des Kalis bemächtigt, zugleich aber entbindet ſich viel ſalpetrichte Säure oder Stickſtoffoxyd aus der im Zylinder gelaſſenen Öffnung. So lange noch Gasentbindung ſichtbar iſt, feuert man langſam; läßt dieſe nach, ſo verſtärkt man das Feuer, ſo daß die Maſſe in vollkommnen Fluß kommt. Nach dem Erkalten nimmt man die geſchmolzene Salzmaſſe heraus, zerſchlägt ſie und wirft ſie in kochendes Waſſer; das gebildete Salz löſt ſich auf und da gewöhnlich noch freie arſenichte Säure vorhanden iſt, ſo bleibt dieſe als Rückſtand. Die Flüſſigkeit wird filtrirt, hierauf bis zum Erſcheinen des Salzhäutchens abgedampft und dann der Kryſtalliſation überlaſſen. So erhält man das zweifach=arſenikſaure Kali. Will man aber neutrales Salz haben, ſo ſättigt man die Flüſſigkeit mit einer hinreichenden Menge kohlenſauern Kalis und dampft zur Trockne ab, weil dieſe Verbindung nicht kryſtalliſirt. Dieſe beiden Salze werden zum Kattundruck angewendet. A. u. E.

Kohlenſaures Kali.

(Synon. Weinſteinſalz, mildes Pflanzenlaugenſalz, gereinigte Pottaſche. Lat. Kali carbonicum, Sal tartari, Cineres clavellati depurati. Franz. Carbonate de potasse, Sous-carbonate de potasse, Sel de tartre.)

1966. Das kohlenſaure Kali hat einen ſcharfen etwas kauſtiſchen Geſchmack; es reagirt wie die Alkalien und färbt demnach die meiſten blauen Pflanzenfarben grün. Es iſt nicht kryſtalliſirbar*); der Luft ausgeſetzt zieht es die Feuchtigkeit derſelben an und zerfließt; im Waſſer iſt es ſehr auflöslich. Erhitzt, ſchmelzt es noch ehe es rothglüht; aber ſelbſt in der größten Hitze wird es nicht zerſetzt. Zur Bereitung des reinen kohlenſauern Kalis wendet man nicht das im Handel vorkommende an, weil es ſchwefelſaure Salze und Chloride enthält, welche nur ſchwierig davon zu ſcheiden ſind; dagegen erhält man es rein, wenn man ein Gemenge von ſauerm weinſteinſauerm Kali (gereinigtem Weinſtein) und Salpeter in einen eiſernen, faſt rothglühenden Keſſel wirft und das Produkt nachher auflöſt, filtrirt und abdampft, wie bereits bei Bereitung des Kalihydrats angegeben wurde. Es iſt zuſammengeſetzt aus:

1 At. Kali	= 587,915	oder	68,18
2 At. Kohlenſänre	= 275,32	—	31,82
1 At. kohlenſaures Kali	= 863,235		100,00

Das reine kohlenſaure Kali wird nur in den chemiſchen Laboratorien gebraucht; ſehr bedeutende techniſche Anwendung wird dagegen von dem käuflichen kohlenſauern Kali oder der Pottaſche gemacht. Wir werden weiter unten von der Bereitung und Benützung derſelben ausführlich ſprechen.

*) Nach den Beobachtungen anderer Chemiker kryſtalliſirt er aus konzentrirten Auflöſungen in Rhombenoctaedern mit abgeſtumpften Endſpitzen. Die Kryſtalle enthalten 2 Atome Kryſtallwaßer. A. u. E.

Doppeltkohlenſaures Kali.

(Synon. Neutrales kohlenſaures Kali einiger Chemiker. Lat. Kali bicarbonicum. Franz. Bi-carbonate de potasse.)

1067. Iſt dieſes Salz wohl bereitet, ſo hat es nur einen äußerſt ſchwachen alkaliſchen Geſchmack und färbt die blauen Pflanzenfarben noch merklich grün. Sein ſpezif. Gewicht iſt 2,01; bei gewöhnlicher Temperatur ſind 4 Thl. Waſſer zu ſeiner Auflöſung nöthig, von kochendem Waſſer hingegen reichen ſchon 0,833 ſeines Gewichtes hin. Im Alkohol iſt es nicht auflöslich; an der Luft erleidet es keine Veränderung. Wird er bis zum Rothglühen erhitzt, ſo läßt es einen Theil ſeiner Säure fahren und geht in einfach kohlenſaures Kali über. Kocht man eine Auflöſung längere Zeit, ſo entweicht Kohlenſäure und zwar ſo viel, daß die Löſung in anderthalb kohlenſaures Salz verwandelt wird.

1068. Man bereitet dieſes Salz indem man kohlenſaures Gas in eine Auflöſung von einfach kohlenſauerm Kali ſo lange ſtreichen läßt, bis dieſelbe nichts mehr davon aufnimmt. *) Es iſt zuſammengeſetzt aus

---

*) Da das ſich bildende doppelt-kohlenſaure Kali bei gewöhnlicher Temperatur bei Weitem weniger auflöslich iſt als das neutrale Salz, ſo kryſtalliſirt es von ſelbſt aus der Flüſſigkeit. Die hier angegebene Methode iſt jedoch bei der Bereitung im Großen nicht mit Vortheil anzuwenden und viel zu umſtändlich wegen der nöthigen Aufſtellung eines Woulf'ſchen Apparates, wenn man nicht wegen der langſamen Abſorption zu viel Kohlenſäure unbenützt verlieren will. Am leichteſten und einfachſten verſchafft man ſich dieſes Salz, wenn man eine Auflöſung des neutralen kohlenſauern Salzes in flachen Schüſſeln an Orte hinſtellt, wo ſich bei der weinigten Gährung viel Kohlenſäure entbindet; man erhält ſo das doppelt-kohlenſaure Kali als ein wohlfeiles Nebenprodukt bei der Gährung des Moſtes und Biers. Ein anderes Verfahren zur Bereitung dieſes Salzes empfiehlt Sehlmeier, (ſ. Kaſtners Archiv. Bd. 2. S. 495.) was vorzüglich im Winter ſehr anwendbar ſeyn ſoll. Man löſt 2 Thl. einfach kohlenſaures Kali in 3 Theilen Waſſer auf und fügt der Auflöſung nach und nach halb ſo viel konzentrirten Eſſig (nach Bucholz Vorſchrift bereitet) von 1,045 ſpezif. Gewicht zu- als zur Sättigung der angewandten Menge von kohlenſaurem Kali nöthig iſt. Läßt man dieſes Gemenge längere Zeit in der Kälte ſtehen, ſo kryſtalliſirt das zweifach kohlenſaure Salz größtentheils heraus. Die Kryſtalle werden mit etwas Alkohol vom anhängenden eſſigſauern Kali gereinigt. A. u. E.

1 At. Kali	=	587,915	oder	51,72	100
4 At. Kohlenſäure	=	550,64	—	48,28	
1 At. doppeltkohlenſaures Kali	=	1138,555	—	90,97	100
2 At. Waſſer	=	112,480	—	9,03	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	=	1251,035			

Man gebraucht dieſes Salzes als Reagens. *)

Bereitung des Kaliums.

1069. Das Kali kann auf dreierlei Art zerſetzt werden: 1.) durch die Wirkung der galvaniſchen Säule auf Kalihydrat; 2.) durch Eiſen, welches in der Glühhitze auf denſelben Körper wirkt und 3.) endlich durch Glühen eines Gemenges von Kohle und kohlenſauerm Kali.

Eine Säule von achtzig bis hundert Plattenpaaren kann ſchon dieſe Zerſetzung bewirken. Handelt es ſich nur um die Beobachtung der Erſcheinung, ſo braucht man nur die beiden Pole einer friſch aufgebauten Säule mit einem Stückchen feuchten Kalihydrat in Berührung zu bringen. Sogleich bemerkt man am negativen Pol Kaliumkügelchen, welche ſich mit Funkenſprühen entzünden, entweder auf Koſten des Waſſers oder der Luft. Will man ſich nun auf dieſem Wege Kalium in etwas größerer Menge verſchaffen, ſo befeuchtet man ein dünnes aus Kalihydrat verfertigtes Näpfchen mit Waſſer, füllt es mit Queckſilber, und ſtellt es auf ein Platinplättchen. Man bringt nun das Platin mit dem poſitiven Pol und das Queckſilber mit dem negativen Pol in Verbindung. Bei fortgeſetzter Einwirkung der Säule bildet ſich nun ein Kaliamalgam, was man nachher in eine kleine Glaskugel bringt und durch Deſtillation ſcheidet, während man einen Strom trockenes Stickſtoffgas durchleitet. Das Queckſilber geht fort und das Kalium bleibt rein zurück.

---

*) Auch in der Medizin wird daſſelbe angewendet. Kann man ſich dieſes Salz billig verſchaffen, ſo eignet es ſich am beſten zur Bereitung eines reinen einfach-kohlenſauern Kali's. Zu dem Ende erhitzt man es nur in einem Silber- oder Platingefäße ſtark, doch nicht bis zum Glühen, weil ſonſt nach Berzelius die gewöhnlich noch darin befindliche Kieſelerde ſich chemiſch mit dem Kali verbindet und wieder auflöslich iſt, was bei nicht allzuſtarkem Erhitzen vermieden wird.

Dieſes Verfahren wurde zuerſt von Davy angewendet, iſt aber ſeitdem man andere kennen gelernt hat, nicht mehr im Gebrauche. Die Herrn Gay-Luſſac und Thenard ließen Eiſen bei ſehr hoher Temperatur auf Kali wirken und waren ſo glücklich, auf dieſe Weiſe ſich Kalium zuerſt in größeren Quantitäten zu verſchaffen. Neuerlich vereinfachte Brunner in Bern die Bereitung dieſes Metalls noch bedeutend, indem er ein einfaches Gemenge von kohlenſauerm Kali und Kohle dazu anwendet. *) Weiter unten werden wir dieſe Verfahrungsarten näher beſchreiben.

*) Die Brunner'ſche Methode wurde ſpäter noch von Berzelius verbeſſert (ſ. deſſen Lehrbuch d. Chemie. Bd. I. S. 740.), wodurch es jetzt möglich wird, dieſes Metall ſelbſt im Großen zu bereiten. Hr. Herrmann in Schönebeck bei Magdeburg, aus deſſen Fabrik überhaupt ſehr ſchöne und reine chemiſche Produkte hervorgehen, liefert jetzt auch das nach dieſer Methode bereitete Kalium in Quantitäten äußerſt rein und billig. A. u. E.

Capitel II.

Natrium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Selen, Phosphor, Stickſtoff und Arſenik; Natrumſalze, welche nichtmetalliſche Mineralſäuern enthalten.

Das Natrium hat viele Ähnlichkeit mit dem Kalium, und es kann auch faſt in allen Fällen dieſes Metall erſetzen; die Verbindungen deſſelben ſind äußerſt wichtig für die Gewerbe; wir brauchen vorläufig nur anzuführen, daß das Natrium ein Beſtandtheil des Kochſalzes, des ſchwefelſauern Natriums, der Soda ꝛc. iſt, welche ſo wichtige Handelsartikel ſind und täglich in der Hauswirthſchaft, zur Fabrikation des Glaſes, der Seife, zum Bleichen der Zeuge und zu vielen nicht minder wichtigen Zwecken angewendet werden.

Da wir bei Betrachtung des Kaliums ziemlich weit in das Einzelne eingegangen ſind, ſo können wir uns bei dem Natrium kürzer faſſen, da es in ſo vieler Hinſicht jenem ähnlich iſt.

Natrium.

(Synon. Lat. Natrium Franz. Sodium.)

1070. Das Natrium wurde von Davy zugleich mit dem Kalium entdeckt, und ebenſo wie dieſes auch von Gay-Luſſac und Thenard unterſucht. Bei gewöhnlicher Temperatur iſt es weich und bildſam wie Wachs. Sein Metallglanz hält die Mitte zwiſchen dem des Silbers und Blei's; es hat bei 15° C. ein ſpezif. Gewicht von 0,972 und iſt ein guter Wärme- und Elektrizitätsleiter. Bei 90° C. ſchmilzt

es, allein erſt in ſtarker Rothglühhitze kann es verflüchtigt werden. In Berührung mit Waſſer zerſetzt das Natrium dieſes und entbindet Waſſerſtoff daraus; gewöhnlich entzündet ſich Letzterer nicht, allein Serullas zeigte, daß wenn man das Waſſer durch Gummizuſatz etwas klebrig macht, wodurch die Beweglichkeit des auf dem Waſſer ſchwimmenden Metalls vermindert wird, ſo kann ſich daſſelbe nicht ſo ſchnell abkühlen und die Temperatur iſt dann zur Entzündung hinreichend. Wirft man das Natrium auf Queckſilber, ſo wird ein Amalgam gebildet, indem ſich Luft und Wärme entwickelt, was bei Kalium nicht der Fall iſt.

Natriumüberoxyd.

(Synon. Natriumſuperoxyd. Lat. Natrium hyperoxydatum. Franz. Sesqui-oxide de Sodium.)

1071. Das Natriumüberoxyd wird gerade ſo wie das Kaliumüberoxyd bereitet. Es iſt ſchmutzig grünlich gelb, ſchmilzt in der Hitze, erfordert aber hierzu eine weit höhere Temperatur als das Kaliumüberoxyd. Kommt es mit Waſſer in Berührung, ſo wird es in Oxyd verwandelt, welches ſich darin auflöſt und Sauerſtoff entbindet. Es beſteht aus

2 At. Natrium	= 581,84	oder	65,98
3 At. Sauerſtoff	= 300,00	—	34,02
1 At. Überoxyd	= 881,84		100,00

Natriumoxyd.

(Synon. Natron, Natrum, Mineralalkali, mineraliſches Laugenſalz, Soda. Lat. Natrium oxydatum, Natrum, Alcali minerale. Franz. Protoxide de Sodium, Soude.)

1072. Das Natron erhält man wie das Kali. Es iſt weiß, ſehr ätzend ꝛc., und verhält ſich faſt wie das Kali, wenn es der Luft bei gewöhnlicher Temperatur ausgeſetzt wird; anfangs zieht es die Feuchtigkeit derſelben an, trocknet aber nachher wieder aus, weil es nach und nach in effloreszirendes kohlenſaures Natron übergeht. Es enthält:

1 At. Natrium	= 290,92	oder	74,42
1 At. Sauerſtoff	= 100,00	—	25,58
1 At. Natron	= 390,92		100,00

Natriumoxydhydrat.

(Synon. Natronhydrat. Franz. Hydrate de protoxide de Sodium.)

1073. Bringt man mit dem Natriumoxyd etwas Waſſer zuſammen, ſo wird Wärme frei, und beide Körper verbinden ſich mit einander. Das Hydrat iſt weiß, ſchmelzbarer als das reine Oxyd, hat aber übrigens dieſelben Eigenſchaften wie das Kalihydrat. Man bereitet das Natronhydrat übrigens genau wie dieſes, indem man das kohlenſaure Natrum zuerſt mit Kalk und dann mit Alkohol behandelt. Dieſes Hydrat beſteht aus

1 At. Natron	= 390,92	oder	77,67
2 At. Waſſer	= 112,48	—	22,33
1 At. Natronhydrat	= 503,40		100,00

Chlornatrium.

(Synon. Salzſaures Natron, Kochſalz, Seeſalz, Steinſalz. Lat. Natrum hydro-chloratum, Natrum muriaticum. Sal culinare. Franz. Chlorure de Sodium, Hydrochlorate ou muriate de Soude, Sel gemme, Sel marin.)

1074. Das Natrium verbindet ſich mit Chlor, wenn man es in Chlorgas bringt; es entzündet ſich darin von ſelbſt, brennt mit Funkenſprühen äußerſt lebhaft und es bildet ſich ſo Chlornatrium. Dieſe Verbindung, welche die Chemiker ſeit langer Zeit ſalzſaures Natrum nannten, iſt nichts anderes, als das gewöhnliche Kochſalz oder Steinſalz.

Das Kochſalz kryſtalliſirt gewöhnlich in Würfeln. *) im

*) Die würfelförmigen Kryſtalle enthalten kein Kryſtallwaſſer, ſondern mechaniſch zwiſchen den Lamellen eingeſchloſſenes Waſſer, welches beim Erhitzen das

Feuer zerkniſtern dieſe und kommen endlich bei einer an Weißglut grenzenden Rothglühhitze in den Fluß; in dieſer Temperatur verflüchtigt es ſich in weißen Dämpfen unzerſetzt. Dieſe Verbindung hat einen kühlenden ſalzigen Geſchmack, der nicht allein dem Menſchen, ſondern auch den meiſten Thieren behagt. Es wiegt 2,125; in 100 Thl. Waſſer löſen ſich bei 13,89° C 35,81 von dieſem Salze auf, und bei 109,38° nur 40,38 Thl.; demnach kryſtalliſirt aus heißen geſättigten Auflöſungen beim Erkalten ſehr wenig Kochſalz.

An der Luft verändert ſich das Chlornatrium nicht, wenn es ganz rein iſt; das käufliche Salz dagegen zerfließt wegen ſeines Gehaltes an Chlormagneſium oder anderen Salzen.

In der Natur kommt das Chlornatrium ſehr häufig und in großer Menge war, ſo daß man nicht nöthig hat es künſtlich zu bereiten; bald findet es ſich in derben Maſſen, welche ſehr mächtige Gebirslager bilden und heißt dann Steinſalz, bald iſt es in dem aus der Erde quellenden Waſſer aufgelöſt (Salzſoole).

Die Gewinnung deſſelben wird in einem beſondern Kapitel abgehandelt werden. Es iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Natrium	= 290,92	oder	39,65
2 At. Chlor	= 442,64	—	60,35
1 At. Chlornatrium	= 733,56		100,00

Das Kochſalz wird ſehr vielfach angewendet und in ungeheuern Maſſen gewonnen und verbraucht; am meiſten gebraucht man es zum Salzen der Speiſen, zur Fabrikation der künſtlichen Soda und zur Bereitung der Salzſäure. Man benützt es ferner bei der Darſtellung des Chlors, des Salmiaks und mehrerer anderer chemiſcher Präparate.

Zerkniſtern verurſacht. Fuchs zeigte neuerdings, daß das Kochſalz auch Kryſtallwaſſer aufnimmt und dann in Form von ſechsſeitigen plattgedrückten Tafeln kryſtalliſirt. Dieſe Kryſtalle enthalten 47 Proz. Kryſtallwaſſer und erzeugen ſich nur in geſättigten Salzauflöſungen, wenn dieſelben einer Kälte von wenigſtens — 10° R. ausgeſetzt werden. Dieſe tafelförmigen, waſſerhaltigen Kryſtalle zerfallen in einer Temperatur von 0° oder darüber in kleine Kochſalzwürfelchen und Waſſer, und können deshalb nicht aufbewahrt werden. A. u. E.

Auch in den Glasfabriken, ſowie zur Glaſur mancher irdener Geſchirre wird es verwendet. Man giebt es dem Vieh zu lecken und düngt ſogar bisweilen Felder und Wieſen damit.

Bromnatrium.

(Synon. Lat. Natrium bromatum. Franz. Bromure de Sodium.)

1075. Dieſes Bromid wird wie das Bromkalium bereitet; es kryſtalliſirt in kleinen nadelförmigen weißen Säulen und zerfließt leicht. Sein Geſchmack iſt etwas urinös; im Waſſer und Alkohol löſt es ſich leicht auf. Es beſteht aus

1 At. Natrium	=	290,92	oder	23,77
2 At. Brom	=	932,80	—	76,23
1 At. Bromnatrium	=	1223,72		100,00

Jodnatrium.

(Synon. Lat. Natrium iodatum. Franz. Iodure de Sodium.)

1076. Das Jodkalium iſt weiß, ſchmilzt bei gewiſſen Hitzgraden, wird etwas alkaliſch und verflüchtigt ſich. 100 Thl. Waſſer von 14° C. löſen 173 Thl. davon auf. Wird die Auflöſung abgedampft, ſo ſetzen ſich Kryſtalle daraus ab; es ſind geſchobene etwas zuſammengedrückte und ziemlich große Säulen, welche ſich zuweilen wieder mit einander vereinigen und größere, treppenförmig ſich endigende, der Länge nach geſtreifte Säulen bilden, welche mit dem kryſtalliſirten ſchwefelſauern Natrum Ähnlichkeit haben. Dieſe Kryſtalle enthalten viel Kryſtallwaſſer und ſind zerfließlich.

Man bereitet das Jodnatrium auf ähnliche Weiſe, wie das Jodkalium. Es enthält

1 At. Natrium	=	290,92	oder	15,61
2 At. Jod	=	1566,70	—	84,39
1 At. Jodnatrium	=	1857,62		100,00

Fluornatrium.

(Synon. Lat. Natrium fluoratum. Franz. Fluorure de Sodium.)

1077. Das Fluornatrium iſt weiß, an der Luft unver-

änderlich; im warmen Waſſer iſt es löslicher als im kalten, und ſetzt deshalb aus warmen konzentrirten Auflöſungen beim Erkalten kleine ſehr harte Kryſtalle ab, welche oft auf der Oberfläche der Flüſſigkeit, eine ſtarke und durchſichtige Rinde bilden. Dieſe Kryſtalle dekrepitiren beim Erwärmen und kommen bei geſteigerter Temperatur in den feurigen Fluß.

Man bereitet dieſe Verbindung wie das Fluorkalium. Es beſteht aus:

1 At. Natrium	= 290,92	oder	55,44
2 At. Fluor	= 233,80	—	44,56
1 At. Fluornatrium	= 524,72		100,00

Sulphuride und Selenide von Natrium.
Sulfures et Séléniures de Sodium.

Was von den Sulpuriden und Seleniden des Kaliums geſagt worden, gilt auch von dieſen.

Phosphornatrium.

(Synon. Lat. Natrium phosphoratum. Franz. Phosphure de Sodium.)

1078. Bringt man Phosphor mit Natrium zuſammen, ſo verbinden ſich beide mit einander, wenn man erwärmt; zugleich entbindet ſich bei dieſer Vereinigung etwas Licht. Das Phosphornatrium iſt ätzend, glanzlos, kaſtanienbraun, und leicht zu pulvern; wird es in Berührung mit Sauerſtoff erhitzt, ſo verwandelt es ſich in phosphorſaures Natrum. Kommt das Phosphornatrium mit Waſſer zuſammen, ſo entbindet ſich augenblicklich Phosphorwaſſerſtoff im Maximo, was wahrſcheinlich mit Waſſerſtoff gemengt iſt, und ferner bildet ſich auch Natrium und unterphosphorichtſaures Natrum. Das Miſchungsverhältniß dieſer Verbindung kennt man noch nicht.

Stickſtoffnatrium. (Azoture de Sodium.)

Man bereitet dieſe Verbindung, wenn man Natrium in Ammoniakgas erhitzt, gerade ſo wie bei der Darſtellung

des Stickſtoffkaliums, mit welchem es übrigens die größte Ähnlichkeit hat.

Arſeniknatrium. (Arseniure de Sodium.)

Deſſen Zuſammenſetzung iſt noch nicht bekannt. Man erzeugt dieſe Verbindung entweder durch direkte Vereinigung der Grundſtoffe, oder indem man Arſenikwaſſerſtoffgas durch Natrium zerſetzt. Im erſten Falle wird bei der Vereinigung Licht und Wärme frei, im zweiten aber iſt die Erwärmung nicht durch Leuchten begleitet. Dieſe Reaktionen finden ſchon in einer die Rothglut nicht erreichenden Temperatur Statt. Das Arſeniknatrium iſt braun und hat keinen metalliſchen Glanz, wenn es nicht überſchüſſiges Arſenik enthält. Es zieht die Feuchtigkeit der Luft an und zerſetzt dieſelbe, indem ſich ſogleich Natrium, Waſſerſtoff und Arſenikwaſſerſtoff nebſt Waſſerſtoffarſenik bildet.

Natronſalze.

1079. Die Natronſalze ſind gewöhnlich auflöslicher als die Kaliſalze. Faſt alle enthalten Kryſtalliſationswaſſer und die meiſten ein bedeutendes Quantum, weshalb ſie auch leicht in ihrem eigenen Kryſtallwaſſer ſchmelzen. Wenn die Säure desſelben nicht zerſetzbar iſt, ſo kommen ſie ſämmtlich durch Glühen in den feurigen Fluß.

Alle Reagentien, welche zur Erkennung der Kaliſalze angewendet werden, ſo wie auch andere zeigen gar keine beſondere Wirkung auf die Natronſalze. Man erkennt deshalb dieſe Salze nur allein aus ihren negativen Charakteren. Mit Nickeloxyd vor dem Löthrohr geſchmolzen färben ſie ſich nicht blau. Um ſich von der Gegenwart eines Natronſalzes vollkommen zu überzeugen, iſt es am ſicherſten daſſelbe in ſchwefelſaures oder kohlenſaures Natrum zu verwandeln, deren Kryſtalliſation alle Zweifel beſeitigt.

Chlorſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum chloricum. Natrum oxymuriaticum. Franz. Chlorate de Soude, Muriate de Soude suroxygéné.)

1080. Das chlorſaure Natron beſitzt einen kühlenden

etwas ſtechenden Geſchmack; es iſt nicht zerfließlich, aber ſehr löslich im Waſſer und kryſtalliſirt nur aus einer faſt ſyrupdicken Auflöſung, woraus ſich vierſeitige Tafeln abſetzen. Erhitzt man dieſes Salz, ſo verhält es ſich wie das chlorſaure Kali, mit dem es auch übrigens die meiſten Eigenſchaften gemein hat. Man bereitet daſſelbe, indem man Chlorſäure durch kohlenſaures Natron ſättigt. *) Es beſteht aus:

1 At. Natron	=	390,92	oder	29,31
1 At. Chlorſäure	=	942,64	—	70,69
1 At. chlorſaures Natron	=	1333,56		100,00

Chlorichtſaures Natron.

(Synon. Chlornatron. Lat. Natrum chlorosum Franz. Chlorite de Soude.)

1087. Dieſe Verbindung wird heute zu Tage zur Zerſtörung widriger Gerüche und anſteckender Stoffe, ferner als Arzneimittel angewendet und iſt jetzt allgemein unter den Namen der Labarraque'ſchen **) Flüſſigkeit bekannt.

Das chlorichtſaure Natron iſt dem chlorichtſauern Kali ſehr ähnlich, iſt aber weniger einer Umwandlung in chlorſaures Natrum unterworfen und mithin beſtändiger, weshalb

*) Es läßt ſich auch auf dieſelbe Weiſe wie chlorſaures Kali darſtellen, allein weit ſchwieriger von dem ſich hierbei gleichzeitig bildenden Chlornatrium ſcheiden, weil beide faſt gleich auflöslich ſind. Durch Weingeiſt laſſen ſich beide Salze noch am beſten trennen. Stratingh in ſeinem Werke „über die Bereitung und Anwendung des Chlors" giebt ein Verfahren zur Bereitung des chlorſauern Natrons an. Man füllt ein Zylinderglas mit waſſerfreiem kohlenſauern Natron und leitet Chlorgas hinein, ſo lange ſolches noch abſorbirt wird. Die Salzmaſſe hat dem äußern Anſchein nach keine Veränderung erlitten, enthält aber nach beendigter Operation chlorſaures Natron, weil es auf Kohlen verpufft und mit Phosphor durch den Stoß detonirt. Was ſich bei dieſer Reaktion noch bildet. bemerkt der Verfaſſer nicht. Dieſer Gegenſtand verdient eine nähere Unterſuchung. A. u. E.

**) Labarraque iſt Apothcker in Paris und hat ſich um die Anwendung des Chlors und der Chloralkalien zur Vertilgung ſchädlicher Gerüche und anſteckender Stoffe durch ſeine vielen, mit unermüdetem Fleiße angeſtellten Verſuche große Verdienſte erworben, weshalb ihm zu Ehren das aufgelöſte chlorichtſaure Natrum in Frankreich dieſen Namen erhielt. A. u. E.

man es in allen Fällen anwendet, wo eine ſich lange konſervirende Flüſſigkeit erfordert wird.

Man bereitet es zu mediziniſchem Gebrauche, wenn man 1 Kilogr. kryſtalliſirtes kohlenſaures Natrum in 4 Kilogr. Waſſer auflöſt und in die kalte Flüſſigkeit ſoviel Chlor ſtreichen läßt als ſich aus 180 Grammen gutem Braunſtein entwickeln läßt. Ein Volum dieſer Flüſſigkeit muß, wenn ſie gehörig bereitet worden, achtzehen Volume ſchwefelſaure Indigoauflöſung entfärben, von welcher tauſend Theile einen Theil feinen Quatimalaindigo enthalten.

Labarraque's Flüſſigkeit enthält chlorichtſaures Natron, Chlornatrium, doppeltkohlenſaures Natron und unzerſetztes einfaches kohlenſaures Natron. Sie wird allein wegen des darin enthaltenen chlorichtſauern Natrons angewendet.

Jodſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum iodicum. Franz. Iodate de Soude.)

1082. Es kryſtalliſirt in kleinen büſchelförmig zuſammengehäuften Prismen, oder auch in kleinen würflichten Körnern, welche kein Kryſtallwaſſer enthalten.

Durch Erhitzen wird es zerſetzt, entbindet ſeinen Sauerſtoff und etwas Jod, indem es ſich in Jodnatrium verwandelt. Mit mehreren brennbaren Körpern zuſammengebracht detonirt es ſchwächer als das chlorſaure Kali. Es beſteht aus

1 At. Natron	=	390,92	oder 15,90
1 At. Jodſäure	=	2066,70	— 84,10
1 At. iodſaures Natron	=	2457,62	100,00

Jodichtſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum iodosum. Franz. Iodite de Soude.)

1083. Löſt man ſo viel Jod in einer ſchwachen Natrumlauge auf, daß die Flüſſigkeit roth zu werden anfängt und überläßt dieſe der freiwilligen Verdunſtung, ſo kryſtalliſiren ſechsſeitige abgeſtumpfte Säulen von iodichtſauerm Natron daraus.

Dieſes Salz löſt ſich bei gewöhnlicher Temperatur unverändert auf; warmes Waſſer und Alkohol aber verwandeln es in iodſaures Natron und Jodnatrium. Ähnlich verhalten ſich die Barytſalze und die Salze aller übrigen Körper, welche mit Jodſäure und Jod unauflösliche Verbindungen bilden können.

Das iodichtſaure Natron iſt demnach ein ſehr wenig beſtändiges Salz; man kennt deſſen Miſchungsverhältniß noch nicht. Die Säure konnte noch nicht für ſich daraus abgeſchieden werden, aber ſie iſt allem Anſchein nach der chlorichten Säure ſehr ähnlich.

Schwefelſaures Natron.

(Synon. Glauberſalz, Glaubers Wunderſalz. Lat. **Natrum sulphuricum, Sal mirabile Glauberi, Alcali minerale vitriolatum.** Franz. **Sulfate de Soude, Sel de Glauber, Sel admirable, Soude vitriolée.**)

1084. Glauber entdeckte es zuerſt im ſiebzehnten Jahrhundert als er den Rückſtand unterſuchte, welcher von der Behandlung des Kochſalzes mit Schwefelſäure zurückblieb. Man glaubte damals von dieſem Nebenprodukte keine Anwendung machen zu können und nannte es Todtenkopf. (Caput mortuum, Terra damnata.)

Das ſchwefelſaure Natron iſt farblos, ſchmeckt anfangs etwas nach Kochſalz, nachher aber unangenehm bitter; erhitzt man es bis zur Weißglut, ſo ſchmilzt es; es kryſtalliſirt in langen, durchſichtigen ſechsſeitigen Säulen, gewöhnlich der Länge nach geſtreift und zweiflächig zugeſchärft. *)

*) Wird eine warme, geſättigte Glauberſalzauflöſung in ein Glaskölbchen gebracht und bis zum Sieden erhitzt, ſo daß die ſich bildenden Waſſerdämpfe die darüber befindliche Luft verjagen, und verſchließt man nun hermetiſch, oder giebt eine Schicht Öhl darauf, ſo kryſtalliſirt dieſe Auflöſung beim Erkalten nicht. Läßt man aber zu der erkalteten Auflöſung wieder Luft zuſtrömen, oder berührt man die mit Öhl bedeckte Solution mit einem Glasſtab, ſo beginnt die Kryſtalliſation in einem Augenblick und verbreitet ſich durch die ganze Maſſe. Dieſe intereſſante Erſcheinung wurde von Gay-Luſſac näher unterſucht. A. u. E.

Die Auflöslichkeit deſſelben im Waſſer wächſt bis dieſes eine Temperatur von 33° C erreicht hat, jedoch bei ſteigender Wärme vermindert ſie ſich wieder, und wenn man ſelbſt bis 103,17° C erhitzt, ſo iſt dieſe Verminderung der Löslichkeit noch ſehr merkbar. Die Kryſtalle, welche ſich bei 33° bilden, ſind waſſerlos.

100 Thl. löſen auf:

5,02	Th. waſſerfreies Salz bei	0°
16,73	— — — — — —	17,91°
43,05	— — — — — —	30,75°
50,65	— — — — — —	32,73°
44,35	— — — — — —	70,61°
42,65	— — — — — —	103,17°

In trockner Luft verliert dieſes Salz ſein Kryſtalliſationswaſſer und zerfällt zu weißem Pulver; ein Gleiches zeigt ſich bei dem waſſerfreien Salz, allein hier iſt die Urſache eine entgegengeſetzte. Die Kryſtalle des Letztern effloresziren an feuchter Luft und ziehen Waſſer an.

Man findet das Glauberſalz in manchen Mineralquellen, vorzüglich aber in ſolchen, welche auch Kochſalz enthalten. Caſaſeca fand neuerdings in Spanien in der Nähe von Madrid waſſerfreies Glauberſalz, und Gimbernat entdeckte im Kanton Argau in der Schweitz kryſtalliſirtes mit Gyps gemengtes Glauberſalz.

Zur Bereitung dieſes Salzes wendet man gewöhnlich zwei verſchiedene Methoden an. Man gewinnt es erſtens als Nebenprodukt bei der Kochſalzdarſtellung. Sind die Soolen hinlänglich konzentrirt, ſo bilden ſich weiße Flocken, welche ſich am Boden der Pfannen abſetzen und Pfannenſtein genannt werden; dieſe beſtehen aus ſchwefelſauerm Natrum und Gyps und werden herausgenommen, mit kaltem Waſſer abgewaſchen, um das Kochſalz zu entfernen und nachher mit kochendem Waſſer behandelt, um das Glauberſalz aufzulöſen; die Auflöſung wird filtrirt und der Kryſtalliſation nach vorhergegangener Abdampfung überlaſſen. Auf ſolche Weiſe erhält man aber die ungeheuren Quantitäten von ſchwefelſauerm Natrum nicht, welche gegenwärtig zur Sodafabrikation und zur Glasbereitung gebraucht werden. Dieſe gewinnt

man fabrikmäßig durch Zerſetzung des Kochſalzes mittelſt Schwefelſäure. *) Das Glauberſalz beſteht aus:

1 At. Natron	= 390,92	oder 43,82	100
1 At. Schwefelſäure	= 501,16	— 56,18	
1 At. waſſerfreies Glauberſalz	= 892,08	— 44,23	100
20 At. Waſſer	= 1124,80	— 55,77	
1 At. kryſtalliſirtes Glauberſalz	= 2016,88		

Dieſes Salz wird vorzüglich zu den vorerwähnten techniſchen Zwecken, und außerdem auch in der Medizin häufig angewendet.

Schweflichtſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum sulphurosum. Franz. Sulfite de Soude.)

1085. Dieſes Salz iſt weiß und durchſichtig und ſchmeckt kühlend und nach ſchweflichter Säure: die Kryſtalle ſind vierſeitige Säulen mit zwei breiten und zwei ſchmalen Seiten, und zweiflächiger Zuſchärfung. Es löſt ſich in der vierfachen Menge Waſſers von 15° C und in weniger als ſeinem eigenen Gewichte kochenden Waſſers auf; es effloreszirt an der Luft und verwandelt ſich nach und nach in ſchwefelſanres Natron. Man bereitet dieſes Salz wie das ſchweflichtſaure Kali. Es beſteht aus

1 At. Natron	= 390,92	oder 49,35
2 At. ſchweflichte Säure	= 401,16	— 50,65
1 At. ſchweflichtſaures Natron	= 792,08	100,00

Unterſchweflichtſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum hyposulphurosum. Franz. Hyposulfite de Soude.)

1086. Das unterſchweflichtſaure Natron, welches man

*) Die Fabrikation des Glauberſalzes im Großen geſchieht entweder in eiſernen Zylindern, welche denen gleich kommen, die man zur Salpeterſäurebereitung anwendet oder in Flammöfen; das erſte Verfahren wird dann vorgezogen, wenn man die Salzſäure auffangen will; beim zweiten aber kann dieſe höchſtens nur zum Theil gewonnen werden. Ein Weiteres darüber folgt bei der Sodafabrikation. A. u. E.

erhält, wenn man eine Auflöſung des Polyſulphurids von Natrium der Luft ausſetzt bis es farblos wird, iſt ein weißes Salz von ſehr bitterem eckelhaftem Geſchmack.

Eine konzentrirte Auflöſung deſſelben hat Syrupkonſiſtens und kryſtalliſirt durch Erkalten in zarten, büſchelförmig zuſammengehäuften Nadeln, welche ſeidenähnliches Anſehen beſitzen. Dieſe Kryſtalle zerfließen an der Luft und verlieren im trocknen luftleeren Raum ihr Kryſtallwaſſer. Erhitzt, ſchmilzt dieſes Salz in ſeinem eigenen Waſſer, bildet dann eine trockne weiße Maſſe und fängt zuletzt Feuer, indem es mit hellblauer Farbe lebhaft verbrennt. Im Alkohol iſt es unauflöslich. Das Chlorſilber wird äußerſt leicht von demſelben aufgelöſt.

Unterſchwefelſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum hyposulphuricum. Franz. Hyposulfate de Soude.)

1087. Dieſes Salz kryſtalliſirt in großen vierſeitigen ausgezeichnet ſchönen Prismen, welche waſſerhell und an der Luft unveränderlich ſind; es beſitzt einen eigenthümlichen und bittern Geſchmack. Zur Auflöſung von 10 Thl. dieſes Salzes werden 21 Thl. kaltes und 11 Thl. kochendes Waſſer erfordert. Der Alkohol löſt es nicht auf. Es enthält:

1 At. Natron	= 390,92	oder	30,22	100
1 At. Säure	= 902,32	—	69,78	
1 At. waſſerfreies Salz	= 1293,24	—	85,12	100
4 At. Waſſer	= 225,96	—	14,88	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	= 1519,20			

Man ſtellt dieſes Salz ſehr leicht durch doppelte Wahlverwandtſchaft aus unterſchwefelſauerm Kalk und kohlenſaurem Natron dar. *)

Selenſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum selenicum. Franz. Seleniate de Soude.)

1088. Dieſes Salz hat mit dem ſchwefelſauern Na-

*) Siehe Dr. Heerens Abhandlung über die Unterſchwefelſäure und deren Salze in Poggendorffs Annalen. Bd. 7. S. 76. A. u. E.

tron viele Ähnlichkeit. Es iſt wie dieſes in Waſſer von 33° C. am auflöslichſten; auch kryſtalliſirt es bei dieſer Temperatur gleich dem Glauberſalze ohne Waſſer. Die Kryſtallformen beider Salze ſind vollkommen gleich. Das ſelenſaure Natron beſteht aus

1 At. Natrum	= 390,92	oder	32,97
1 At. Säure	= 794,60	—	67,03
1 At. ſelenſaures Natron	= 1185,52		100,00

Selenichtſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum seleniosum. Franz. Selenite de Soude.)

1089. Das ſelenichtſaure Natron beſteht aus:

1 At. Natron	= 390,92	oder	35,97
2 At. ſelenichte Säure	= 694,60	—	64,03
1 At. ſelenichtſaures Natron	= 1085,52		100,00

Es ſchmeckt alkaliſch wie der Borax, iſt ſehr löslich im Waſſer, und wenn die Auflöſung zur Syrupsdicke abgedampft wird, ſo bilden ſich wenige körnige Kryſtalle während dem Abdampfen ſelbſt, nicht aber beim Erkalten der Flüſſigkeit. Wird dieſes Salz zur Trockenheit abgedampft, ſo iſt es unveränderlich an der Luft. Vom Alkohol wird es nicht aufgelöſt.

Doppelt-ſelenichtſaures Natron. (Biselenite de Soude.)

1090. **Es enthält:**

1 At. Natron	**= 390,92**	**oder**	**21,93**
4 At. Säure	**= 1389,20**	**—**	**78,07**
1 At. 2fach ſelenichtſ. Natron	= 1780,12		100,00

Dieſes Salz kryſtalliſirt in Nadeln, welche Kryſtallwaſſer enthalten. Erhitzt kommt es anfänglich in den wäſſrigen, ſpäter aber in den feurigen Fluß; es iſt dann eine gelbe Flüſſigkeit, welche beim Erkalten zur weißen Maſſe erſtarrt. In der Rothglühhitze verliert es die Hälfte ſeiner Säure und geht in neutrales ſelenichtſaures Natron über.

Vierfach-ſelenichtſaures Natron. Quadriselenite de Soude.)

Es iſt ſehr auflöslich und kryſtalliſirt durch freiwilliges Verdunſten in Nadeln.

Phosphorſaures Natron.

(Synon. Perlſalz. Lat. Natrum phosphoricum. Sal mirabile perlatum. Franz. Phosphate de Soude.)

1091. Die Phosphorſäure verbindet ſich in zwei Verhältniſſen mit dem Natron und bildet ſowohl ein neutrales als ein doppeltphosphorſaures Natron.

Das neutrale Salz kryſtalliſirt in geſchobenen Säulen, deren ſpitze Winkel 60° und deren ſtumpfe 130° haben und ſich in eine dreiſeitige Pyramide endigen. Der Geſchmack iſt kühlend, harnartig und nicht bitter; ſein ſpezif. Gewicht iſt gleich 1,33. Es löſt ſich in vier Theilen Waſſer von 16° C. und in zwei Theilen kochendem Waſſer auf; aus der geſättigten Auflöſung kryſtalliſirt beim Erkalten das Salz. An der Luft effloreszirt es ſchnell, allein nur an der Oberfläche, denn im Innern behält es ſeine Form und Durchſichtigkeit. Im Feuer zerfließt es anfangs in ſeinem Kryſtallwaſſer, ſpäter aber kommt es in den feurigen Fluß, und bildet ſo lange es flüſſig iſt ein durchſichtiges, nach dem Erkalten aber ein trübes Glas.

Dieſes Salz kommt verbunden mit phosphorſauerm Ammoniak vorzüglich im menſchlichen Harn vor. Man erhält es, wenn man in eine Auflöſung von ſauerm phosphorſauerm Kalk (226) aufgelöſtes kohlenſaures Natrum gießt, bis endlich die Flüſſigkeit alkaliſch reagirt; es entbindet ſich hierbei Kohlenſäure, indem ein flockiger Niederſchlag von kohlenſauerm Kalk *) gebildet wird; man filtrirt hierauf die Flüſſigkeit, welche

*) Dieſer Niederſchlag enthält meiſtens phosphorſauern und nur wenig kohlenſauern Kalk, weil das Natron des kohlenſauern Natrons ſich nur mit der überſchüſſigen Säure im ſauern phosphorſauern Kalk verbindet. A. u. E.

das phosphorſaure Natrum enthält, dampft dieſe gehörig ab und läßt ſie durch langſames Erkalten kryſtalliſiren. Um aus der Mutterlauge neue Kryſtalle zu erhalten, muß man zuerſt prüfen, ob ſie alkaliſch reagirt; wäre dieß nicht der Fall, ſo müßte man noch kohlenſaures Natron hinzufügen bis zur alkaliſchen Reaktion und dann wiederum Filtriren und Abdampfen. Hätte man im Gegentheil anfangs zuviel kohlenſaures Natron hinzugefügt, ſo müßte man die Mutterlauge wieder mit Waſſer verdünnen und ein neues Quantum ſauern phosphorſauern Kalk zuſetzen, wieder filtriren und zur Kryſtalliſation abdampfen. Man erhält ſo immer wieder phosphorſaures Natron, bis endlich die Mutterlauge ganz erſchöpft iſt. Dieſes Salz beſteht aus

2 At. Natron	= 781,84	oder	46,70	} 100.
1 At. Phosphorſäure	= 892,30	—	53,30	
1 At. waſſerfreies Salz	= 1674,14	—	37,28	} 100
50 At. Waſſer	= 2812,20	—	62,72	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	= 4486,34			

Es wird in den chemiſchen Laboratorien als Reagens und zur Bereitung der unlöslichen phosphorſauern Salze gebraucht. Auch in der Medizin wird es angewendet.

Pyrophosphorſaures Natron. (Pyrophosphate de Soude.)

1092. Dieſe neue und merkwürdige Verbindung wurde von Clark entdeckt.

Erhitzt man das gewöhnliche phosphorſaure Natron bis auf 350°, ſo verliert es 48 Atome Waſſer und hält noch zwei Atome davon hartnäckig zurück. Löſt man das Salz jetzt auf, ſo zeigt es noch dieſelben Eigenſchaften; erhitzt man es aber bis zur Rothglut, ſo verliert es noch die beiden Atome Waſſer. Wird das geglühte Salz nun in Waſſer aufgelöſt, ſo bemerkt man an ihm ganz andere Eigenſchaften, weshalb es auch einen neuen Namen erhielt.

Das phosphorſaure Natron kryſtalliſirt anders als das gewöhnliche Salz, es iſt minder löslich; enthält weniger Kryſtallwaſſer und verliert dieſes bei 350° C gänzlich. An der Luft

effloreszirt es nicht; es reagirt alkaliſch, wie das gewöhnliche Salz. Gießt man eine Auflöſung von gewöhnlichem phosphorſauerm Natron in eine Silberſolution, ſo bildet ſich ein gelber Niederſchlag beſtehend aus anderthalb baſiſchen phosphorſauerm Silber und die Flüſſigkeit wird ſauer; wendet man aber bei dieſem Experiment eine Auflöſung von pyrophosphorſauerm Natron an, ſo iſt der Silberniederſchlag weiß und die überſtehende Flüſſigkeit bleibt neutral.

Das pyrophosphorſaure Natron iſt ſehr beſtändig und enthält:

1 At. phosphorſaures Natron	= 1674,14	oder	59,81
20 At. Waſſer	= 1124,80	—	40,19
1 At. kryſtalliſirtes Salz	= 2798,94		100,00

Wir haben bereits bemerkt (980.), daß nach Gay-Luſſac dieſe ſo äußerſt merkwürdige Modifikation von der Phosphorſäure abhängt.

Doppelt-phosphorſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum biphosphoricum. Franz. Biphosphate de Soude.)

1093. Fügt man zu dem phosphorſauren Natron eine etwas ſtarke Säure, ſo wird es in doppeltphosphorſaures Natron verwandelt; auf ſolche Weiſe wirkt die Phosphorſäure, Schwefelſäure, Salpeterſäure und Salzſäure. In dieſem Zuſtand iſt es viel auflöslicher im Waſſer und kryſtalliſirt nur ſchwierig; wird es gehörig abgedampft, ſo erhält man es in kleinen ſchuppigen Kryſtallen gleich der Borſäure. Es enthält zweimal ſo viel Säure als das neutrale Salz und beſteht aus

1 At. Natron	= 390,92	oder	30,46
1 At. Phosphorſäure	= 892,30	—	69,54
1 At. doppeltphosphorſaures Salz	= 1064,93		100,00

Unterphosphorichtſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum hypophosphorosum. Franz. Hypophosphite de Soude.)

1094. Dieſes Salz iſt im Waſſer, ſowie im Alkohol ſehr

auflöslich; an der Luft zerfließt es äußerſt ſchnell. Man bereitet es, indem man Natron auf Phosphor unter Vermittlung des Waſſers einwirken läßt. Es kryſtalliſirt im trocknen luftleeren Raum in perlmutterartig glänzenden Blättchen, welche die Form von rechtwinklichen Tafeln haben. Obgleich es ſehr deliqueszirt, ſo wird es doch hierin noch vom unterphosphorichtſauern Kali übertroffen. Erhitzt, entbindet es ſelbſtentzündliches Phosphorwaſſerſtoffgas.

Phosphorichtſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum phosphorosum. Franz. Phosphite de Soude.)

1095. Das phosphosrichtſaure Natron iſt im Waſſer ſehr auflöslich und ſelbſt zerfließlich; im Alkohol dagegen löſt es ſich nicht auf. Es kryſtalliſirt in Rhomboedern, welche dem Würfel ſehr nahe kommen. Man bereitet es durch direkte Vereinigung der phosphorichten Säure mit Natrum.

Es enthält

2 At. Natron	=	781,84	oder	53,04
1 At. phosphorichte Säure	=	692,30	—	46,96
1 At. phosphorichtſaures Natron	=	1474,14		100,00

Arſenikſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum arsenicicum. Franz. Arseniate de Soude.)

1096. Sättigt man Natron oder kohlenſaures Natron durch Arſenikſäure, ſo erhält man durch langſames Abdampfen regelmäßig kryſtalliſirte ſechsſeitige Prismen von arſenikſauerm Natron. Dieſes Salz iſt giftig, ſehr auflöslich im Waſſer, allein weniger im heißen als im kalten; enthält es einen Säureüberſchuß, ſo kryſtalliſirt es minder leicht und man erhält ein doppeltarſenikſaures Salz. Beide Salze haben dieſelbe Form wie das einfache und doppelt-phosphorſaure Natron. Das neutrale arſenikſaure Salz beſteht aus

2 At. Natron	=	781,84	oder	35,18
1 At. Arſenikſäure	=	1440,77	—	64,82
		2222,61		100,00

Arſenichtſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum arsenicosum. Franz. Arsenite de Soude.)

1097. Dieſes Salz kommt in ſeinem Verhalten ganz dem arſenichtſauern Kali gleich.

Salpeterſaures Natron.

(Synon. Kubiſcher Salpeter. Lat. Natrum nitricum. Franz. Nitrate de Soude.)

1098. Das ſalpeterſaure Natrum kryſtalliſirt in Rhomboedern; es iſt durchſcheinend und hat einen kühlenden, ſtechenden und bittern Geſchmack; es iſt ungefähr in drei Theilen Waſſer von 16° C. und in gleichen Theilen bei 52° und in weniger als ſeinem eigenen Gewicht kochenden Waſſers auflöslich. Man erhält es durch Zerſetzung des kohlenſauern Natrons mittelſt Salpeterſäure. Es iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Natron	=	390,92 oder	36,60
1 At. Salpeterſäure	=	677,02 —	63,40
1 At. ſalpeterſaures Natron	=	1067,94	100,00

Man hat daſſelbe in der Provinz Atakama in Peru aufgefunden, wo es ſich in Schichten von verſchiedener Mächtigkeit in einer Ausdehnung von 25 Meilen befindet. *)

Unterſtickſtoffichtſaures Natron. (Hypoazotite de Soude.)

1099. Es beſteht aus

1 At. Natrum	=	390,92
2 At. Stickſtoffoxyd	=	377,02
1 At. waſſerfreies Salz	=	767,94
2 At. Waſſer	=	112,48
1 At. kryſtalliſirtes Salz	=	880,42

Man erhält es wie das entſprechende Kaliſalz. Im Waſſer iſt es leicht auflöslich und kryſtalliſirt wie das ſalpeterſaure Natron in ſchönen Rhomboedern.

*) Dieſes Salz kann zur Bereitung der Salpeterſäure angewendet werden; bei der Pulverbereitung erſetzt es aber das ſalpeterſaure Kali nicht. A. u. E.

Borſaures Natron.

(Synon. Boraxſaures Natron. Borax. Lat. Natrum boracicum. Franz. Borax. Borate de Soude.)

1100. Dieſes Salz ſchmeckt ſchwach alkaliſch und färbt den Veilchenſyrup grün. Es erfordert zur Auflöſung das Doppelte ſeines Gewichtes kochendes Waſſer, von kaltem aber iſt viel mehr nöthig. Seine Kryſtalle ſind gewöhnlich gedrückte ſechsſeitige Säulen, welche ſich in eine dreiſeitige Pyramide endigen. Die Kryſtalle ſind trübe durchſcheinend und zeigen einen glaſigen Bruch. Es hat ein ſpezifiſches Gewicht von 1,705; an der Luft effloreszirt es, aber nur oberflächlich; im Feuer ſchmilzt es in ſeinem Kryſtallwaſſer und bläht ſich ſehr auf. Iſt alles Waſſer entwichen, ſo kommt es bei anfangender Weißglühhitze in den feurigen Fluß und bildet ein klares Glas, welches waſſerfreier Borax iſt und 2,36 wiegt.

Auf die Metalloxyde wirkt es in hoher Temperatur kräftig ein, befördert den Fluß derſelben und verglaſt die meiſten. Indem dieſe Metalloxyde ſchmelzen und mit Borax ein Glas geben, ertheilen ſie dieſem, je nach ihrer Natur, eine verſchiedene Farbe. Das Manganoxyd färbt daſſelbe violett; das Eiſenoxyd bouteillengrün; das Chromoxyd ſmaragdgrün; das Kobaltoxyd ſchön dunkelblau; das Kupferoxyd hellgrün; die weißen Oxyde färben es nicht und ertheilen ihm höchſtens einen gelblichen Stich. Man wendet zu dem Ende den Borax bei qualitativen Unterſuchungen an, um die Metalloxyde aufzufinden. Derſelbe beſteht aus

1 At. Natron	=	390,92	oder	30,95	100
2 At. Borſäure	=	871,96	—	69,05	
1 At. waſſerfreier Borax	=	1262,88	—	52,90	100
20 At. Waſſer	=	1124,80	—	47,10	
1 At. kryſtalliſirter Borax	=	2387,68			

1101. Man findet den Borax an mehreren Punkten der Erde: auf der Inſel Zeylon, in der nördlichen Tartarei, in China, in Siebenbürgen, in Perſien und ſelbſt in der Gegend

von Halberſtadt. Auch in den Bergwerken von Viquintizoa und Escapa in Peru traf man auf Borax. In großer Menge kommt dieſes Salz vor in verſchiedenen indiſchen Seeen, woher ehemals der größte Theil des in den Gewerben verbrauchten Boraxes kam. Nach Turner iſt der See, woraus man in Indien den Borax gewinnt 15 Tagereiſen nördlich von Teſchou-Lounbou entfernt. Auf dem Grunde und an den Ufern des See's, der nur Salzwaſſer enthält, findet man den Borax in großen Blöcken; in der Mitte aber findet man nur Kochſalz.

Nach Blane und dem Pater von Novato liegen die Seeen, woraus man den Borax gewinnt, zwiſchen den Bergen von Thibet; der berühmteſte davon heißt Necbal und befindet ſich im Kanton Sumbul. Nach der Angabe dieſer Männer ſtaut man das Waſſer mittelſt Schleuſen auf, welche man zu gewiſſen Jahrszeiten öffnet, um jenes abfließen zu laſſen: das zurückbleibende Salz wird dann geſammelt. Der auf ſolche Weiſe erhaltene Borax iſt nicht rein, und hat die Form ſechsſeitiger mehr oder minder abgeplatteter, wohl ausgebildeter Kryſtalle. Es ſind dieſelben nur einige Millimeter lang, bisweilen farblos, bald aber auch gelblich oder grünlich und immer mit einer erdigen Kruſte bedeckt, die ſich fettig anfühlt und nach Seife riecht. Dieſes äußere Anſehen rührt von einer fetten Materie her, mit welcher das überſchüſſige Natrum des Salzes verbunden zu ſeyn ſcheint. Die Indier nennen dieſes Salz Tinkal oder rohen Borax. Außer dieſer Sorte exiſtirt noch eine zweite im Handel, nämlich das halbraffinirte boraxſaure Natron, welches aus China zu uns gebracht wird. Beide müſſen gereinigt werden.

1102. Folgendes iſt das einfache bei der Reinigung gebräuchliche Verfahren. Man pulveriſirt den Borax nnd giebt ihn auf ein Filter, auf welchem er mit einer Natrumauflöſung von 5° nach dem Aräometer Baumé's gewaſchen wird; damit fährt man fort, ſolange noch die Flüſſigkeit gefärbt durchläuft; man reinigt dadurch den Borax von dem fetten ihm adhärirenden Stoff, indem das Natrum ſich deſſelben bemächtigt und eine Seife damit bildet, welche ſich äußerſt leicht auflöſt. Iſt der Borax auf ſolche Weiſe vorbereitet und wohl abge-

tropft, ſo muß er in kochendem Waſſer aufgelöſt werden, ſo daß die Auflöſung 20° Baumé hat. Man giebt nun 12 Thl. kohlenſaures Natron auf 100 Thl. des zu raffinirenden Salzes und filtrirt dann die Auflöſung durch einen Spitzbeutel, nachdem ſich der durch den Natronzuſatz erzeugte Niederſchlag abgeſetzt hat. Nach beendigter Filtration bringt man die Flüſſigkeit über's Feuer und konzentrirt ſie bis 18—20° nach dem Aräometer; endlich läßt man die Auflöſung in koniſche oder pyramidale mit Blei ausgeſchlagene Gefäße laufen. Man zieht dieſe Form der Gefäße deshalb vor, weil der ſich bildende Niederſchlag die Kryſtalliſation nicht ſtört, und Blei iſt in ſo ferne beſſer als Holz, weil es die Kryſtalle nicht färben kann. Erfüllt man dieſe Bedingungen ſämmtlich und ſorgt dafür, daß die Flüſſigkeit ſehr langſam abkühlt, ſo erhält man geſonderte, wohlausgebildete Kryſtalle, wie ſie im Handel verlangt werden; bei minder ſorgfältiger Behandlung würden ſich nur kryalliniſche Kruſten oder feſte Maſſen bilden.

1103. Bis auf die neuſte Zeit bezog man allen Borax, der in Europa verbraucht wurde, aus Aſien; *) aber gegenwärtig bereiten Payen und Cartier in Paris das ganze Quantum Borax, welches Frankreich bedarf, indem ſie die aus den italieniſchen Seeen gewonnene Borſäure direkte mit Natron verbinden. **)

---

*) Da der Borax nur im rohen Zuſtand nach Europa gebracht wurde, ſo hat man ſich ſchon ſehr frühe mit der Raffinirung deſſelben befaßt. Die Venetianer waren ehemals ausſchließlich im Beſitze dieſes Induſtriezweiges und hielten das Verfahren ſehr geheim, weshalb der raffinirte Borax früher venetianiſcher Borax genannt wurde, welche Benennung ſich bis auf die neueſte Zeit erhalten hat. Später wurden Boraxraffinerien in Holland errichtet, und gegenwärtig giebt es deren in mehreren Seeſtädten Europa's. A. u. E.

**) Es iſt in der That zu verwundern, daß dieſes Verfähren nicht ſchon längſt im Großen Anwendung gefunden, denn ſchon im Jahr 1778 alſo vor mehr als 50 Jahren zeigte Franz Höfer, Hofapotheker in Florenz in einer äußerſt intereſſanten Abhandlung, „Nachricht von dem in Toskana entdeckten natürlichen Sedativſalze und von dem Boraxe, welcher daraus bereitet wird", daß die natürliche Borſäure und Natron einen Borax geben, welcher ſich von dem käuflichen nur durch ſeine größere Reinheit unterſcheidet. Er bewieß die Richtigkeit ſeiner Entdeckung ſowohl auf ſynthetiſchem als analytiſchem Wege und macht auf die Wichtigkeit derſelben aufmerkſam. Es

Man verfährt dabei folgendermaſſen: 500 Kilogr. Waſſer werden in einem kupfernen Keſſel zum Sieden gebracht, und dann 600 Kilogr. kryſtalliſirtes kohlenſaures Natron darin aufgelöſt; nachdem die Auflöſung Statt gefunden, dämpft man das Feuer etwas, ſo daß die Flüſſigkeit aufhört zu ſieden. Jetzt giebt man nach und nach 500 Kilogr. toskaniſche Borſäure zu, wodurch das kohlenſaure Natron in Borax umgewandelt wird, indem die Kohlenſäure unter lebhaftem Aufbrauſen entweicht. Die Flüſſigkeit ſteigt ſtark in der Höhe, weshalb der Keſſel nur halb mit Flüſſigkeit gefüllt ſeyn darf. Nach vollendeter Sättigung löſcht man das Feuer und bedeckt den Keſſel mit einem mit Blei überzogenen Deckel, worauf man wollne Decken legt und nun den Keſſel dreißig Stunden der Ruhe überläßt. Nach Verlauf dieſer Zeit gießt man die Flüſſigkeit in ſehr weite bleierne, flache Gefäße. Die in dem Gefäße befindliche Flüſſigkeit darf höchſtens 25 — 30 Centimeter hoch ſtehen, damit die Abkühlung ſchneller Statt finde. Nach Verlauf von drei Tagen im Winter und nach vier Tagen im Sommer iſt die Kryſtalliſation vollendet. Man gießt die Mutterlauge ab, welche man bei einer neuen Arbeit wieder benützt und ſammmelt den rohen Borax, welcher ſich auf dem Boden und den Seitenwänden der Kryſtalliſationsgefäße anlegt.

Dieſe Waare muß einer zweiten Kryſtalliſation unterworfen werden, um ſich für dem Handel zu eignen. Man löſt deshalb den rohen Borax wiederum in ſiedendem Waſſer auf und fügt noch 10 Prozent kohlenſaures Natron hinzu; dieſe Auflöſung muß 20° Baumé haben und zu einer Operation müſſen wenigſtens 1000 Kilogr. genommen werden. Sobald die Auflöſung beider Salze beendigt und die Flüſſigkeit im Sieden begriffen iſt, läßt man ſie in pyramidenförmige Kryſtalliſirgefäße laufen. Iſt die Flüſſigkeit nach einiger Zeit auf 30° C, abgekühlt, ſo gießt man die Mutterlauge ab. Man läßt nun die Kryſtalle während ſechs bis acht Stunden langſam erkalten und öffnet nachher die Gefäße, um die an den Wänden befindlichen Salzmaſſen herauszunehmen.

ſcheint jedoch, daß dieſelbe unbeachtet blieb und ſpäter ganz vergeſſen wurde.
A. u. E.

Man ſondert nun ſorgfältig die großen Kryſtalle von den kleinen, weil letztere nicht in den Handel gebracht werden können; aus dieſem Grunde muß man auch alle Sorgfalt auf die zweite Kryſtalliſation verwenden, welche wir ſo eben beſchrieben haben, vorzüglich muß man die Auflöſung gegen zu ſchnelle Abkühlung verwahren und ſie möglichſt ruhig erhalten.

100 Kilogr. toskaniſche Borſäure geben 140 käuflichen Borar.

1104. Die Anwendung des Borares iſt vielfach, man gebraucht denſelben: 1.) zur Auffindung der Oryde mittelſt Löthrohrproben, wie bereits erwähnt worden; 2.) zu der Reduktion mehrerer Oryde als Flußmittel für dieſe oder mehrere nicht reduzirbare Säuren, wie z. B. der Kieſelerde der Thonerde ꝛc., welche damit gemiſcht werden; das erzeugte Glas ſchützt in dieſem Falle das geſchmolzene Metall gegen den Zutritt der Luft, macht die Maſſe flüſſig und geſtattet die Vereinigung der Metalltheile zu einem König; 3.) zur Bereitung der Borſäure in den Laboratorien; 4.) um die verſchiedenen borſauern Salze zu bereiten; 5.) um die Metalle zu löthen. Hat man z. B. zwei Kupferſtücken zuſammen zu löthen, ſo reinigt man ſie zuerſt, beſtreut ſie dann mit gefeiltem Loth und Borarpulver und erhitzt nun bis das Loth zu ſchmelzen anfängt. Im geſchmolzenen Zuſtand verbindet ſich dieſes mit den zwei Kupferſtücken und vereinigt beide. Zu dem Ende iſt es aber erforderlich, daß die zu löthenden Stücke ganz rein ohne Orydkruſte ſind und dieſes bewirkt der Borar, theils indem er das Oryd auflöſt, welches ſich durch das Erhitzen des Metalls vielleicht bildet, theils weil er dieſes einhüllt und ſomit die Berührung mit der Luft und die Orydation verhindert; 6.) der Borar iſt ein Beſtandtheil des Straſſes, einiger Glasſorten oder Emaillen, ſowie überhaupt der Farben, welche auf Glas und Porzellan im Feuer eingeſchmolzen werden.

Die Alten nannten den Borar Chryſokolla (Goldleim), allein ſie kannten deſſen Natur nicht.

Octaedriſches borſaures Natron.

1105. Payen lehrte in der neuſten Zeit eine neue Art Borax kennen, welcher ſich von dem gewöhnlichen durch eine verſchiedene Kryſtallform und durch einen andern Waſſergehalt unterſcheidet. Dieſer neue Borax kryſtalliſirt in regelmäßigen Octaedern; er hat ein ſpezif. Gew. von 1,81 und die Kryſtalle ſind viel härter, als die des prismatiſchen oder gewöhnlichen Borares. Er hat einen ſehr glänzenden und muſchelförmigen Bruch, wie Bergkryſtall. Die feuchte Luft und das Waſſer trüben die Kryſtalle des octaetriſchen Borares, während ſolche dagegen in trockner Luft vollkommen durchſichtig bleiben. Dieſer Borax enthält nur halb ſoviel Waſſer als der gewöhnliche; er beſteht nach Payens Analyſe aus

1 At. waſſerfreien Borax	= 1262,88	oder	69,19
10 At. Waſſer	= 562,40	—	30,81
1 At. octaedriſcher Borax	= 1825,28		100,00

Die Kryſtalle dieſes Borares hängen ſo feſt an einander, daß ſie in Stücke von beliebiger Dimenſion geſchnitten werden können, was bei der Anwendung ſehr viel Bequemlichkeit darbietet, vorzüglich wenn man Körper damit reiben will. Die Goldarbeiter ziehen ihn deshalb dem gewöhnlichen Borax vor.

Der octaedriſche Borax eignet ſich weit beſſer zum Löthen des Kupfers als der andere, weil er ſich weniger aufbläht und ſchneller fließt. Ferner iſt er dem prismatiſchen vorzuziehen, weil ſein Volumen geringer iſt, und deshalb auch weniger Raum zur Aufbewahrung erfordert. Beim Transporte erſpart man auch Fracht, und zwar in dem Verhältniß von 70 zu 53.

1106. Man erhält den octaedriſchen Borax, indem man von dem gewöhnlichen eine Auflöſung bereitet, welche kochend 30° nach dem Baumé'ſchen Aräometer zeigt. Dieſe Auflöſung läßt man dann langſam erkalten; ſo bald die Temperatur auf 79° C. gekommen iſt, ſo beginnt die Kryſtalliſation des octaedriſchen Borares und fährt fort, bis zu 56° C.; von dieſem Punkte an weiter herab erzeugt ſich kein octaedriſcher Borax mehr.

Um dieſes Produkt im Großen zu erhalten, verfährt Buran, der daſſelbe ſeit mehreren Jahren lang in den Handel bringt, auf folgende Weiſe. Er bereitet eine kochende Auflöſung von Borax zu 32° Baumé, bedeckt dann den Keſſel damit die Abkühlung langſam vor ſich gehe, und nimmt nach 6 Tagen, wenn er mit 1000 Kilogr. operirt hat, die Kryſtalle heraus. Dieſe bilden eine dicke Schicht von octaedriſchem Borax auf deſſen Oberfläche ſich ſchon etwas prismatiſcher Borax angeſetzt hat, welchen man leicht davon ſondern kann.

Es ſcheint, daß ein lange fortgeſetztes Sieden nöthig iſt, wenn octaedriſcher Borax in Menge gebildet werden ſoll.

1107. Da man jetzt zwei Boraxſorten kennt, ſo iſt nöthig, daß man im Handel den Waſſergehalt deſſelben auf eine leichte und bequeme Weiſe beſtimmen kann. Gay-Luſſac ſchlug dafür ein äußerſt einfaches Mittel vor, was hinlängliche Genauigkeit giebt. Es gründet ſich auf die Verſchiedenheit der Färbung, welche die Schwefelſäure und die Borſäure im Lakmus hervorbringt. Die erſte ertheilt ihm die Farbe der Zwiebelſchaalen, die zweite die des Rothweins.

Man macht die Probe nach Art der alkalimetriſchen Prüfung. Nimmt man 15 Gramme Borax, ſo hat man zur genauen Sättigung des Natrons in demſelben 77,2 halbe Kubicentimeter verdünnte Schwefelſäure nöthig, welche in 20 Theilen 1 Theil concentrirte Säure enthält. Die verbrauchte concentrirte Säure würde demnach 3,835 betragen, während ſie der Berechnung nach 3,855 ſeyn ſollte. Dieſer Unterſchied iſt ſo unbedeutend, daß man für den Handel auf dieſe Weiſe alle wünſchenswerthe Genauigkeit erhält. Um dieſe Prüfung vorzunehmen, löſt man 15 Gramme Borax in 50 Kubikzentimeter Waſſer auf, fügt dann die nöthigen neun Zehntel Schwefelſäure hinzu und läßt die Miſchung erkalten. Man vollendet nachher die Sättigung und behält drei Tropfen der angewendeten Säure zurück. Der Verſuch zeigt, daß man dieſe Menge Schwefelſäure nöthig hätte, um den Einfluß der Borſäure und des ſchwefelſauern Natrons auf die Färbung zu zerſtören. *)

*) Zuweilen kommt der Borax im Handel mit Alaun vermengt oder verfälſcht vor; um dieß ſchnell zu erkennen, fällt man eine Auflöſung deſſelben mit

Kieſelſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum silicicum. Franz. Silicate de Soude.)

1108. Das Natron verbindet ſich in mehreren Verhältniſſen mit der Kieſelerde, allein die Verbindungen ſind nicht alle gleich beſtändig.

Schmelzt man die Kieſelerde mit der fünf-, sechs- oder ſiebenfachen Menge kohlenſauren Natrons, ſo wird nicht alle Kohlenſäure ausgetrieben; iſt dagegen die Menge des Natrons geringer, ſo iſt die Reaktion vollſtändig und man erhält ein Glas, welches beim Abkühlen trübe wird und die Feuchtigkeit der Luft anzieht. Glüht man dieſes Glas anhaltend, ſo verflüchtigt ſich ein großer Theil des Alkali's und es bleibt ein kieſelſaures Salz zurück, in welchem die Kieſelerde und das Natron in beſtimmten Verhältniſſen mit einander vereinigt ſind. Dieſes Silikat iſt noch in kochendem Waſſer auflöslich, allein von kaltem Waſſer wird es kaum angegriffen; an der Luft behält es nach dem Erkalten ſeine glasartige Durchſichtigkeit.

Das kieſelſaure Natron iſt ſtets etwas grünlich oder bläulich gefärbt, ſelbſt wenn bei der Bereitung die reinſten Stoffe dazu genommen worden ſind, außerdem unterſcheidet es ſich durchaus nicht vom kieſelſauern Kali. Mit einer gewiſſen Menge kieſelſauern Kalk's verbunden bildet es das Fenſterglas und das meiſte ordinäre weiße Glas; auch das Spiegelglas muß hierher gezählt werden. In ein Natronſilikat mit überſchüſſiger Baſis verwandelt man die meiſten kieſelhaltigen Mineralien, wenn man ſie zerlegen will, weil dieſe Verbindung leicht durch Säuren und ſogar durch Waſſer angegriffen wird.

Kohlenſaures Natron.

(Synon. Soda, mildes Mineralalkali. Lat. Natrum carbonicum. Franz. Carbonate de Soude.)

1109. Es beſteht aus:

ſalzſaurem Baryt und fügt hierauf etwas Salpeterſäure hinzu. Wird der anfangs entſtandene Niederſchlag durch die Säure wieder aufgelöſt, ſo war der Borax rein, zeigt ſich dagegen ein in Salpeterſäure unauflöslicher Nie-

1 At. Natron	=	390,92	oder	58,57	100
2 At. Säure	=	275,33	—	41,43	
1 At. waſſerfreies Salz	=	666,25	—	37,21	100
20 At. Waſſer	=	1124,80	—	62,79	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	=	1791,05			

Dieſes Salz hat einen ſcharfen, etwas ätzenden Geſchmack, iſt im Waſſer ſehr auflöslich und zwar im warmen mehr als im kalten. Es kryſtalliſirt aus geſättigten Auflöſungen beim Erkalten in geſchobenen Säulen oder in doppelt vierſeitigen Pyramiden mit abgeſtumpften Endecken. An der Luft effloreszirt es, und im Feuer kommt es ſchon unterhalb der Rothglühhitze in den Fluß; die ſtärkſte Hitze zerſetzt es nicht, wenn nicht zugleich Waſſer darauf einwirkt.

1110. Man gewinnt dieſes Salz in Frankreich, Spanien und anderen Küſtenländern aus Pflanzen, welche an dem Ufer des Meeres wachſen. Es enthalten dieſe oxalſaures Natron, welches durch Einäſcherung in kohlenſaures Natron verwandelt wird. Die fremdartigen Beimiſchungen werden durch Abwaſchen und Kryſtalliſiren davon geſchieden.

Behufs der Sodabereitung aus den Seepflanzen, ſchneidet man dieſe ab, läßt ſie an der Luft trocknen und verbrennt ſie in Gruben, welche ungefähr 1 Meter tief und 1,03 Meter weit ſind. Die Verbrennung geſchieht unter freiem Himmel auf trockenem Boden und dauert mehrere Tage lang. Man erhält ſtatt Aſche eine ſalzige, harte und feſte halbgeſchmolzene Maſſe, welche man in Stücke zerſchlägt und als Soda in den Handel bringt. Man unterſcheidet verſchiedene Sodaſorten nach dem Lande, wo ſie gewonnen werden, oder nach der Pflanze, welche ſie liefert.

Die rohe Soda enthält in verſchiedenen Verhältniſſen kohlenſaures und ſchwefelſaures Natron, Schwefelnatrium, Kochſalz, kohlenſauern Kalk, Thonerde, Kieſelerde, Eiſenoxyd und gewöhnlich auch Kohle, welche bei der Einäſcherung nicht verbrennt. Zuweilen enthält ſie auch ſchwefelſaures Kali, Chlorkalium, Jodkalium, Jodcalcium und Bromcalcium.

derſchlag, ſo deutet dieß auf Alaun oder irgend ein anderes ſchwefelſaures Salz hin. A. u. C.

Die beliebteſte Soda iſt die Barilla oder ſpaniſche Soda, welche im Handel als Soda von Alikante, Carthagena und Malaga bekannt iſt; man erhält ſie aus verſchiedenen Pflanzen, vorzüglich aus der Barilla, eine Art Salſola, welche an der ſpaniſchen Küſte angebaut wird. Dieſe Soda enthält 25 bis 30 Prozent trocknes kohlenſaures Natron.

Die franzöſiſchen Sodaſorten ſind bei Weitem nicht ſo reich; man hat drei Sorten davon:

1.) Das Salikor oder Soda von Narbonne, welche man durch Verbrennung der Salicornia annua erhält, die man in der Umgegend von Narbonne kultivirt. Man ſäht und ſammelt dieſe Pflanze in einem Jahre und ſchneidet ſie nach der Saamenbildung ab. Die daraus gewonnene Soda enthält 14—15 Prozent kohlenſaures Natron; man wendet ſie hauptſächlich zur Bereitung des ordinären gemeinen Glaſes (Chambourin) an.

5.) Die Blanquette oder Soda von Aiguemorte, welche man zwiſchen Frotignan und Aiguemorte aus allen dort vorkommenden Strandgewächſen gewinnt; dieſe Pflanzen ſind die Salicornia europaea, salsola tragus, atriplex portulacoïdes, salsola Kali und Statice limonium. Die erſte dieſer Pflanzen giebt am meiſten, die letzte aber am wenigſten Soda. Dieſe Sodaſorten enthalten alle viel Kochſalz, was früher auch zur Verfälſchung desſelben angewendet wurde; ſie enthalten nur zwiſchen 3—8 Prozent kohlenſaures Natron.

3.) Wareck oder Soda von der Normandie, die man aus den Fucusarten erhält, welche ſehr häufig an den Küſten des Oceans wachſen. Dieſes iſt die ärmſte Soda; ſie enthält nur äußerſt wenig kohlenſaures Natron, dagegen viel ſchwefelſaures Natron und Kali, Chlorkalium oder Natrium mit etwas Jodkalium. Sie wird eigentlich wegen ihres Kaligehalts von dem Glas- und Salpeterfabrikanten angewendet und heut zu Tage benutzt man dieſelbe zur Darſtellung des Jods.

Seit einiger Zeit fabrizirt man in Frankreich eine ungeheure Menge künſtlicher Soda mittelſt eines durch Leblanc entdeckten ſehr ſinnreichen Verfahrens. Wir werden dieſe Fabrikation in einem beſondern Kapitel beſchreiben.

Anderthalb-kohlenſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum sesqui-carbonicum. Franz. Sesqui-carbonate de Soude.)

1111. Es beſteht aus:

1 At. Natron	=	390,92	oder	48,62	100
3 At. Kohlenſäure	=	412,98	—	51,38	
1 At. waſſerfreies Salz	=	803,90	—	78,14	100
4 At. Waſſer	=	224,96	—	21,86	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	=	1028,86			

Seit langer Zeit wurde das anderthalb kohlenſaure Natron mit dem gewöhnlichem einfachen kohlenſauern Salz verwechſelt, allein ſie unterſcheiden ſich, ſowohl in der Zuſammenſetzung als in ihren Eigenſchaften weſentlich von einander.

In England bereiten die Fabrikanten des Sodawaſſers das anderthalbkohlenſaure Natron, indem ſie 6 Thl. kohlenſaures Natron und 4 Thl. kohlenſaures Ammoniak in 4 Thl. Waſſer auflöſen und die Auflöſung bei gelinder Wärme bis zum Erſcheinen eines Salzhäutchens abdampfen. Beim Erkalten kryſtalliſirt daraus anderthalbkohlenſaures Natron in Tafeln oder als körniges Pulver. Man hat dieſes Salz noch nicht in regelmäßigen Kryſtallen erhalten können, obgleich es die Natur ſehr häufig ſo liefert.

Dieſes Salz kommt in geſchobenen Prismen vor, welche ſich in vierſeitigen Pyramiden endigen. Es iſt im Waſſer auflöslich und reagirt alkaliſch; an der Luft verändert es ſich nicht, und erhält ſich ſelbſt ſo gut, daß man verſichert, die Mauern von Caſſar, einem afrikaniſchen Fort, welches gegenwärtig eine Ruine iſt, ſeyen mit ſolchen Salzmaſſen gebaut, die ſich in einigen Seeen Afrika's finden.

1112. Bis jetzt hat man meiſtens das anderthalbkohlenſaure Natron in der Natur getroffen. Dasjenige, welches man in den Seeen findet iſt faſt immer mit Kochſalz und Glauberſalz gemengt, und kommt unter dem Namen Natron vor; auch Trona wird es häufig genannt.

Dieſes Natron kommt hauptſächlich aus Ägypten zu uns; man gewinnt es dort aus zwei Seeen in der Wüſte von Thaïat oder St. Macaire weſtlich vom Delta gelegen.

Im Winter dringt ein röthlich violettes Waſſer aus ihrem Grunde hervor und ſteigt bis zu zwei Meter an, aber bei wiederkehrender heißer Jahreszeit verdunſtet dieſes Waſſer vollſtändig und läßt Natronſchichten zurück, welche man mit eiſernen Stangen losbricht. Auch in Ungarn gewinnt man in der Umgegend von Debreczin aus verſchiedenen Seeen, welche Fejer-To oder weiße Seeen heißen, weil, wenn das Waſſer derſelben im Sommer verdunſtet, der den Grund bildende Sand, blendend weiß mit Natron beſchlägt. Die Ebenen, welche an das ſchwarze und kaspiſche Meer grenzen, ferner Perſien, Arabien, Indien, Thibet, China, Sibirien, das Land der Bochismanen und beſonders die große Wüſte in Afrika liefern viel Natron. Auch in andern Gegenden, vorzüglich in Amerika giebt es Seeen, welche Natron enthalten. Zuweilen findet ſich dieſes Salz auch in Mineralwaſſern, oder effloreszirt aus dem Boden oder aus manchen Mauern.

1113. Wahrſcheinlich entſteht das Natron durch Zerſetzung des Kochſalzes mittelſt kohlenſauerm Kalk; Berthollet hat wenigſtens beobachtet, daß allenthalben, wo dieſe beiden Salze mit einander gemengt vorkommen, auch anderthalbkohlenſaures Natron effloreszirt.

Abgeſehn von dieſer Vermuthung, kann man doch annehmen, daß das Natron ein Produkt iſt, welches gewöhnlich die ſalzhaltigen Erdmaſſen begleitet und in der Nähe von Kalkgebirgen vorkommt. Leichter läßt ſich die Bildung des Natrons aus dem das Kochſalz ſtets begleitenden ſchwefelſauern Natron erklären. Das ſchwefelſaure Natron kann ſich nämlich durch Einwirkung organiſcher Stoffe, welche im Waſſer der Natronſeeen aufgelöſt ſind, in Schwefelnatrium verwandeln, und dieſes wiederum kann durch die im Waſſer aufgelöſte Kohlenſäure in anderthalbkohlenſaures Natron übergehen.

Zweifach-kohlenſaures Natron.

(Synon. Neutrales kohlenſaures Natron einiger Chemiker. Lat. Natrum bi-carbonicum. Franz. Bi-carbonate de Soude.)

1114. Das doppeltkohlenſaure Natron enthält:

1 At. Natron	=	390,92	oder	41,52	100
4 At. Säure	=	551,32	—	58,48	
1 At. waſſerfreies Salz	=	942,24	—	89,29	100
2 At. Waſſer	=	112,48	—	10,74	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	=	1504,72			

Es kryſtalliſirt in regelmäßigen vierſeitigen Säulen und ſchmeckt ſchwach alkaliſch. Bei gewöhnlicher Temperatur löſt das Waſſer davon nur den zehnten Theil ſeines eigenen Gewichtes auf; wird dieſe Auflöſung erhitzt, ſo geht das Salz in anderthalbkohlenſaures Natron über.

Man bereitet es auf dieſelbe Weiſe wie das doppeltkohlenſaure Kali und am billigſten unſtreitig an den Orten, wo zuckerhaltige Flüſſigkeiten die weinigte Gährung erleiden, und dann viel Kohlenſäure entbinden. Man hatte früher ſinnreiche Apparate erdacht, um dieſes Salz zu bereiten, allein es ſind dieſelben durch neuerlichſt von dem Amerikaner Smith bekanntgemachten und von Boullay beſtätigten Verſuche ganz unnütz geworden. Nach Smith nimmt man Kryſtalle von gewöhnlichem kohlenſauerm Natron, und bringt ſie unter etwas ſchwachem Drucke mit Kohlenſäure in Berührung; bald verliert das Salz ſeine Durchſichtigkeit, zieht Kohlenſäure an und wird porös und leicht zerreiblich, behält aber ſeine Form bei. Indem das Salz blättrige Textur annimmt, verliert es viel Kryſtallwaſſer, welches an den Wänden des Gefäßes herabrinnt. Hört die Abſorption der Kohlenſäure auf, ſo nimmt man die Salzmaſſe aus dem Apparate und übergießt ſie mit einer geringen Menge Waſſers, welches man nachher wieder abtropfen läßt. Zuletzt wird das Salz an der Luft getrocknet. *)

*) Dieſe Bereitungsart iſt durchaus nicht neu, denn Berzelius ſchreibt ſie ſchon in der ſchwediſchen Pharmokopoe vom Jahr 1817. mit folgenden Worten vor: Man nehme 1 Thl. kryſtalliſirtes und 3 Thl. an der Luft zu Pulver zerfallenes kohlenſaures Natron, menge beide mit einander und ſättige ſie in einem paſſenden Gefäße mit Kohlenſäure. Das trockne Salz wird nun mit gleichen Gewichtstheilen Regenwaſſer übergoſſen, welches mau nach 12 Stunden wieder abgießt, und das rückſtändige doppelt-kohlenſaure Natron wird dann getrocknet. Das abgegoſſene Waſſer enthält noch etwas einfach-kohlenſaures Natron, was man durch Abdampfen wieder daraus gewinnt.

Man wendet das doppeltkohlenſaure Natron zur Bereitung mehrerer Arzneimittel an, vorzüglichen Ruf unter dieſen haben ſich die von D'Arcet erfundenen alkaliſchen Zeltchen erworben. Dieſe befördern nach dem Eſſen genommen, ganz ausnehmend die Verdauung. *)

Bereitung des Natriums.

1114. Das Natrium wird auf dieſelbe Weiſe wie das Kalium dargeſtellt. Es ſcheint übrigens, daß die Zerſetzung des Natrons durch Eiſen oder durch Kohle ſchwieriger Statt findet, als die des Kalis. Man fand ferner, daß dieſe bedeutend leichter vor ſich geht, wenn man das zu zerſetzende kohlenſaure oder ätzende Natron mit etwas Kali mengt. Man erhält dann eine ſpröde Legirung von Natrium und Kalium,

---

Der in Schweden hierzu angewendete Apparat iſt auf Taf. 25. Fig. 7. und 8. zu ſehen. A iſt ein Zylinder von verzinntem Eiſenblech, der unten am Boden mit einer Öffnung B und oben mit einem gut paſſenden Deckel C verſehen iſt. Die Öffnung B dient zur Aufnahme der Gasentbindungsröhre und muß ſo beſchaffen ſeyn, daß ſie nöthigenfalls mit einem Kork verſchloſſen werden kann. Der Deckel C hat in ſeiner Mitte auch eine Öffnung, auf welche eine luftentleerte Blaſe feſtgebunden wird. Das Natron wird auf mehrere Siebe vertheilt, die über einander auf ein Geſtelle Fig. 8. geſetzt werden, welches damit in den Zylinder A geſtellt wird. Dieſer wird nun mittelſt des Deckels C verſchloſſen, den man mit Mehlkleiſter und Papierſtreifen feſt verklebt. Wenn nun durch die Öffnung B Kohlenſäure in den Apparat geleitet wird, ſo ſchwillt die Blaſe auf und macht den Arbeiter auf den Gang der Operation aufmerkſam, der, wenn ſie wieder zuſammenfällt, jedesmal eine neue Portion Gas hinzulaſſen muß, ſo lange bis Nichts mehr davon abſorbirt wird. Dieſer Apparat iſt unſtreitig der einfachſte und zweckmäßigſte zur Bereitung des doppelt kohlenſauern Natrons im Großen. (S. Poggendorff's Annalen der Ph. u. Ch. Bd. 19. S. 433.) A. u. E.

*) Zur Bereitung dieſer Zeltchen nimmt man gepulvertes trocknes doppelt-kohlenſaures Natron 5 Gramme, geſtoßenen Zucker 95 Gramme, ſchüttelt beide in einer Flaſche wohl durch einander und fügt dann, nachdem man das Gemenge herausgenommen, ſo viel Traganthſchleim hinzu, als zur Herſtellung einer bildſamen Maſſe erforderlich iſt. Hieraus verfertigt man Zeltchen, ungefähr 1 Gramm ſchwer, trocknet ſie und bewahrt ſie in verſchloſſenen Gefäſſen auf. Will man der Maſſe einen aromatiſchen Geſchmack und Geruch geben, ſo fügt man 2—3 Tropfen Pfeffermünzöhl oder etwas Tolubalſam zu. Nach D'Arcet ſollen 2—3 dieſer Zeltchen, entweder vor oder nach der Mahlzeit genommen äußerſt wohlthätig auf die Verdauung wirken. A. u. E.

die man leicht mittelſt langſamer Oxydation von einander trennt. Dieſes läßt ſich leicht bewerkſtelligen, wenn man dünne Scheibchen daraus fertigt und ſolche in einem Gläschen mit Steinöl bedeckt, deſſen Luft man von Zeit zu Zeit erneuert. Nach einigen Tagen iſt das Kalium oxydirt und es bleibt nur reines, ſehr dehnbares Natrium zurück.

Capitel III.

Lithium; Lithiumoxyd und Chlorlithium; Lithionſalze, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuern gebildet werden.

1116. Im Jahre 1817 entdeckte der ſchwediſche Chemiker **Arfwedſon**, indem er den Petalit, ein Mineral von der Inſel Utö in Schweden, analyſirte, ein alkaliſches Oxyd, welches **Lithion** nach dem griechiſchen Worte litheios (ſteinern) genannt wurde. Man fand dieſes Alkali auch ſpäter in dem Triphan (Spodumen), im grünen Turmalin, und in mehreren Glimmerarten.

Arfwedſon und **Gmelin** waren nicht im Stande mittelſt einer galvaniſchen Säule dieſes Oxyd zu reduziren; dagegen gelang es **Davy** mit Hilfe einer ſehr großen Säule das Metall daraus darzuſtellen. Das **Lithium** genannte Metall hat große Ähnlichkeit mit dem Natrium.

Lithiumoxydhydrat.

(Synon. Lithion. Lithon. Lat. Lithium oxydatum. Franz. Hydrate d'oxide de Lithium. Lithine.)

1117. Dieſes Hydrat iſt weiß, geruchlos, beinahe eben ſo kauſtiſch als das Kali und Natron und hat einen kryſtalliniſchen Bruch. An der Luft zieht es Waſſer und Kohlenſäure an; übrigens aber bleibt es ganz trocken. Im Waſſer iſt es auflöslicher als der Baryt, allein viel weniger als Kali oder Natron.

Man gebraucht zur Darſtellung des Lithions die daſſelbe enthaltenden Mineralien. Nachdem dieſe fein pulveriſirt worden, miſcht man ſie mit dem vierfachen Gewichte kohlenſauern oder ſalpeterſauern Baryts und glüht das Gemenge anderthalb

Stunden lang ſtark in einem Platintiegel. *) Das Produkt iſt eine weiße, ziemlich feſte aber geſchmolzene Maſſe, welche ſich durch Zugießen von ſchwacher Salzſäure zum Theil auflöſt; dieſe Auflöſung wird nun bis zur Trockne abgedampft. Aus der trocknen Salzmaſſe wird Kieſelerde abgeſchieden, wenn man ſie mit warmem Waſſer übergießt, filtrirt und gut ausſüßt. Die Kieſelerde bleibt auf dem Filter, während die übrigen Beſtandtheile aufgelöſt durchs Filter gehen.

Die erhaltene Auflöſung enthält Lithium-, Aluminium-, Barium- und Eiſen-Chlorid. Durch Zuſatz von Schwefelſäure wird jetzt der Baryt gefällt und die Chloride zerſetzt. Die überſchüſſig zugeſetzte Säure wird durch Ammoniak geſättigt, und in die nun neutrale Auflöſung giebt man kohlenſaures Ammoniak, wodurch das Eiſenoxyd und die Thonerde mit einander gefällt werden. Durch Filtriren werden dieſe Niederſchläge von der Flüſſigkeit getrennt, welche nunmehr noch ſchwefelſaures und ſalzſaures Ammoniak und ſchwefelſaures Lithion enthält und hierauf zur Trocken abgedampft und ausgeglüht wird. Durch dieſe Operation werden die flüchtigen Salze verjagt, und als Rückſtand bleibt reines ſchwefelſaures Lithion. Das ſchwefelſaure Lithion wird nun in Waſſer aufgelöſt und ſoviel Barytwaſſer hingegoſſen als zur Fällung der Schwefelſäure nöthig iſt. Das Lithion bleibt dann allein in der Auflöſung zurück. Durch Filtriren und Abdampfen derſelben erhält man dieſes Alkali rein. **)

---

*) Wir möchten es widerrathen zu dieſer Schmelzung Platintiegel anzuwenden, denn dieſe werden vorzüglich durch ſalpeterſauern Baryt, ſo wie durch das Lithion ſelbſt ſtark angegriffen. Ein feuerfeſter Thontiegel iſt wohl bei Behandlung größerer Maſſen als das Zweckmäßigſte anzuempfehlen. A. u. E.

**) Die hier zur Bereitung des Lithions angegebene Methode iſt äußerſt koſtſpielig und läßt ſich deshalb da, wo es ſich blos um die Darſtellung dieſes Alkalis in größern Mengen handelt, nicht anwenden. Wir fügen hier eine einfachere und wohlfeilere Bereitungsart hinzu. Nach Berzelius wird der Spodumen oder Petalit zum feinſten Pulver zerrieben, geſchlämmt und dann mit dem doppelten Gewichte Ätzkalk wohl gemengt und anhaltend im Thontiegel geglüht. Die geglühte Maſſe wird dann in Salzſäure aufgelöſt und mit Schwefelſäure bis zur Sättigung des Kalkes verſetzt, hierauf abgedampft und zur Verjagung der überſchüſſigen Schwefelſäure ſtark erhitzt. Der trockne Rückſtand wird nun gepulvert und mit heißem Waſſer ausgekocht, durchgeſeiht und wiederhohlt ausgeſüßt. Der größte Theil des ſchwefelſauern Kalkes

1118. Es giebt noch eine zweite Methode, um das Lithion aus dem ſchwefelſauern Salz darzuſtellen; man löſt das Salz auf und fügt eſſigſauern Baryt zu, um alle Schwefelſäure zu fällen. Der entſtandene ſchwefelſaure Baryt wird durch Filtriren vom eſſigſauern Lithion getrennt und dieſes dann zur Trockne abgedampft und durch Rothglühen in einem Platintiegel in kohlenſaures Lithion verwandelt. Um dieſes kauſtiſch zu machen, löſt man es in einer zureichenden Menge Waſſer auf und behandelt auf ähnliche Weiſe wie das kohlenſaure Kali oder Natron mit gelöſchten Ätzkalk. Nachdem man das Gemenge einige Zeit lang gekocht hat, filtrirt man und dampft nachher die Auflöſung ab, die zuletzt noch im Silbertiegel geſchmolzen wird.

Dieſes Alkali beſteht aus:

1 At. Lithium	= 81,32	oder	44,86	} 100
1 At. Sauerſtoff	= 100,00		55,14	
1 At. Oxyd	= 181,32	—	61,72	} 100
2 At. Waſſer	= 112,48	—	38,28	
1 At. Hydrat	= 293,80			

Chlorlithium.

(Synon. Lat. **Lithium chloratum.** Franz. **Chlorure de Lithium.**)

1119. Das Chlorlithium läßt ſich am leichteſten darſtellen, wenn man entweder Ätzlithion oder kohlenſaures Lithion mit Salzſäure zuſammenbringt. Es kryſtalliſirt nicht, allein beim Abdampfen bildet ſich eine Kruſte von regelmäßiger Tex-

bleibt zurück, während die Auflöſung jetzt ſchwefelſaure Thonerde und Lithion nebſt etwas Gyps enthält. Man fällt nun aus derſelben durch kohlenſaures Ammoniak die Thonerde und durch ſauerkleeſaures Ammoniak den Kalk. Die Flüſſigkeit wird filtrirt, abgedampft und der Ruckſtand geglüht, der nunmehr reines ſchwefelſaures Lithion iſt. Das ſchwefelſaure Lithion wird durch eſſigſaures Blei in auflösliches eſſigſaures Lithion und unauflösliches ſchwefelſaures Blei verwandelt und beide durch Filtriren wieder von einander geſchieden; iſt eſſigſaures Blei im Überſchuß zugeſetzt worden, ſo fällt man das Blei durch Schwefelwaſſerſtoff. Das eſſigſaure Lithion wird durch Glühen in kohlenſaures Salz verwandelt. A. u. E.

tur. Es iſt ſehr ſchmelzbar und zerfließt leicht an der Luft; es enthält

1 At. Lithium	= 81,32	oder	15,52
2 At. Chlor	= 442,64	—	84,48
1 At. Chlorlithium	= 523,96		100,00

Noch hat man die Verbindungen, welche das Lithium mit Jod, Brom, Fluor oder andern einfachen, brennbaren Körpern bilden kann, nicht unterſucht.

Lithionſalze.

1120. Die Lithionſalze zeichnen ſich vor andern alkaliſchen Salzen vorzüglich dadurch aus, daß ſie mit Phosphorſäure ein ſchwer auflösliches Salz bilden. Eine Auflöſung von Lithion wird in der Kälte nicht durch ein Ätzalkali und in der Wärme nicht durch kohlenſaures Alkali gefällt, dagegen bringt Letzteres in einer kalten Auflöſung einen Niederſchlag hervor, weil das kohlenſaure Lithion in niedriger Temperatur weit weniger löslich iſt, als in der Wärme.

Das Lithion greift nach Berzelius das Platin ſo leicht und ſtark an, daß dieſe Eigenſchaft ſich ſehr gut zur Erkennung einer kleinen Menge Lithion eignet, die in irgend einem Körper enthalten ſeyn kann. Erhitzt man den lithionhaltigen Körper mit Natron auf Platinblech, ſo macht Letzteres das Lithion frei und das Platin färbt ſich rings um die geſchmolzene Maſſe dunkel und verliert ſeinen Glanz. Die meiſten Lithionſalze ſind ſehr leicht ſchmelzbar.

Schwefelſaures Lithion.

(Synon. Lat. Lithion sulphuricum. Franz. Sulfate de Lithine.)

1121. Dieſes Salz iſt ſehr löslich im Waſſer, und ſchmeckt ſalzig, jedoch nicht bitter; es kryſtalliſirt nur in unregelmäßigen Maſſen. Die Luft äußert keine Wirkung darauf, und es iſt, gegen die allgemeine für die Lithionſalze gültige Regel, ſehr ſchwer ſchmelzbar. Mit etwas Gyps gemengt ſchmilzt es ſchon bei Dunkelrothglühhitze. Es beſteht aus

1 At. Lithion	= 181,32	oder	26,57
1 At. Schwefelſäure	= 501,16	—	73,43
1 At. Schwefelſaures Lithion	= 682,48		100,00

Salpeterſaures Lithion.

(Synon. Lat. Lithion nitricum. Franz. Nitrate de lithine.)

1122. Dieſes Salz iſt ſehr zerfließlich, ſelbſt wenn es nur kurze Zeit der Luft ausgeſetzt iſt. Bei langſamen Abdampfen kryſtalliſirt es bald in regelmäßigen geſchobenen Säulen, bald in Nadeln. Es ſchmeckt wie der Salpeter und fließt im Feuer äußerſt leicht. Es muß beſtehen aus

1 At. Lithion	= 181,32	oder	21,12
1 At. Salpeterſäure	= 677,02	—	78,88
1 At. ſalpeterſaures Lithion	= 858,34		100,00

Man bereitet dieſes Salz indem man kohlenſaures Lithion mit Salpeterſäure ſättigt.

Borſaures Lithion.

(Synon. Lat. Lithion boracicum. Franz. Borate de lithine.)

1123. Dieſes Salz iſt im Waſſer löslich, reagirt alkaliſch, bläht ſich im Feuer auf, indem es ſein Kryſtallſations-waſſer verliert, ſchmilzt nachher zu einem durchſichtigen Glaſe und verhält ſich übrigens wie der gewöhnliche Borax.

Kohlenſaures Lithion.

(Synon. Lat. Lithion carbonicum. Franz. Carbonate de lithine.)

1124. Es iſt im kalten Waſſer nicht löslich, ſchmeckt ſehr ſtark alkaliſch und reagirt auch ſo. Es ſchmilzt noch unter der Rothglühhitze und wird beim Erkalten emailartig. Die Platintiegel werden ſtark davon angegriffen.

Man bereitet dieſes Salz indem man das ſchwefelſaure Lithion durch eſſigſauern Baryt zerſetzt und das erhaltene eſſigſaure Lithion ſtark glüht. Zu dem Ende fügt man zu einer

Auflöſung von Lithion ſo lange aufgelöſten eſſigſauern Baryt, bis noch ein Niederſchlag entſteht, filtrirt dieſen und dampft die durchgelaufene Flüſſigkeit zur Trockne ab. Die erhaltene gummiähnliche Maſſe wird dann in einem Platintiegel rothgeglüht, wodurch die Eſſigſäure zerſetzt und in Kohlenſäure verwandelt wird, die mit dem Lithion verbunden bleibt. Die geglühte Maſſe enthält nun kohlenſaures Lithion, etwas kohlenſauern Baryt und Kalk, nebſt etwas Kohle. Man löſt nun durch kochendes Waſſer das erſtere auf und trennt es durch Filtriren von den letztern unauflöslichen Stoffen. Wird die Auflöſung langſam abgedampft, ſo bildet ſich eine aus kleinen prismatiſchen Kryſtallen beſtehende Kruſte von kohlenſauerm Lithion.

Dieſes Salz beſteht aus

1 At. Lithion	= 181,32	oder	39,70
2 At. Kohlenſäure	= 275,32	—	60,30
1 At. kohlenſaures Salz	= 456,64		100,00

1125. Die übrigen Lithionſalze ſind noch nicht näher unterſucht worden. Wir verweiſen diejenigen, welche ſich weiter über dieſen Körper unterrichten wollen auf die Abhandlungen von Arfwedſon und C. G. Gmelin. (S. Schweiggers Journal Bd. 22. S. 93. und Bd. 30. S. 173.)

Capitel IV.

Barium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor und Schwefel. Barytſalze, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuern gebildet werden.

Barium.

1126. Erſt im Jahre 1808 zerlegte man den Baryt und ſchied ein Metall daraus ab. Dieſes iſt ſtarr, und beſitzt eine ſilberähnliche Farbe; es ſchmilzt in einer die Rothglut noch überſteigenden Temperatur, verflüchtigt ſich aber noch nicht bei dem Schmelzpunkt des Glaſes. An der Luft oxydirt es ſich und wird matt. Im Waſſer ſinkt es ſchnell unter, denn es iſt ungefähr vier bis fünf mal ſchwerer als dieſe Flüſſigkeit. Es zerſetzt dasſelbe ſchnell und bemächtigt ſich ſeines Sauerſtoffs, indem der Waſſerſtoff frei wird.

Man kann es nur ſchwierig darſtellen. Davy verfuhr auf ganz ähnliche Weiſe wie bei der Bereitung des Kaliums, indem er hierzu die voltaiſche Säule und Ätzbaryt anwandte. (1069.) Man erhält gleichfalls ein Bariumamalgam, welches man mit etwas Steinöl in eine Retorte bringt und deſtillirt. Die Öldämpfe verjagen die Luft, das Queckſilber verflüchtigt ſich und als Rückſtand bleibt das reine Barium.

Bariumoxyd.

(Synon. Baryt. Schwererde. Lat. Barium oxydatum, Baryta, Terra ponderosa. Franz. Oxide de barium. Baryte.)

1127. Der Baryt iſt ein poröſer, graulich weißer Körper, er iſt ſehr ätzend und reagirt ſtark alkaliſch. Durch Hitze

wird er nicht verändert, an der Luft aber zieht er Waſſer und Kohlenſäure an, und wird dann allmählich weißer. Das Waſſer löſt davon bei gewöhnlicher Temperatur nur den zwanzigſten Theil ſeines Gewichtes, in der Siedhitze aber den zehnten Theil auf; die Auflöſung ſetzt beim Erkalten Barytkryſtalle ab.

Der Ätzbaryt kommt nicht in der Natur vor, aber dagegen in Verbindung mit Kohlenſäure und Schwefelſäure. Will man daraus den Baryt abſcheiden, ſo muß man dieſe Salze zuerſt in ſalpeterſauren Baryt verwandeln und dieſen dann entweder in einer Porzellanretorte oder in einem Platintiegel heftig glühen.

Der Baryt beſteht aus:

1 At. Barium	= 856,93	oder	89,55
1 At. Sauerſtoff	= 100	—	10,45
1 At. Baryt	= 956,93		100,00

Man wendet den Baryt in den Laboratorien als Reagens an.

Barythydrat. (Hydrate de baryte.)

1128. Gießt man Waſſer auf reinem Baryt, ſo bemächtigt er ſich deſſelben mit ſolcher Heftigkeit, daß er glühend wird; es bildet ſich ſehr ſchweres, feſtes und ätzendes Barythydrat; dieſes zieht die Kohlenſäure der Luft nur langſam an und ſchmilzt ſchon bei einer die Rothglut noch nicht erreichenden Temperatur, erleidet aber dadurch keine Veränderung. Um das Barythydrat zu bereiten, giebt man den Baryt in einen Platin- oder Silbertiegel und fügt ſoviel Waſſer hinzu, als zur Bildung eines Brei's erforderlich iſt; das überſchüſſige Waſſer wird durch Erhitzen verjagt und wenn die Maſſe in Fluß gekommen iſt, ſo gießt man ſie in eine ſilberne Schaale und bewahrt ſie dann in einem mit eingeriebenem Stöpſel verſehenen Glaſe auf.

Es beſteht aus:

1 At. Baryt	= 956,93	oder	89,49
2 At. Waſſer	= 112,48	—	10,51
1 At. Barythydrat	= 1069,41		100,00

1129. Die Barytauflöſung, welche in den chemiſchen Laboratorien häufig angewendet wird, bereitet man durch Auflöſen der Baryt's in heißem Waſſer; die Flüſſigkeit wird filtrirt und dann in Gläſern mit Glasſtöpſeln aufbewahrt. Hat man eine geſättigte Auflöſung bereitet, ſo kryſtalliſirt beim Erkalten ein Barythydrat in ſechsſeitigen Prismen heraus, die auf beiden Seiten ſich in vierſeitigen Pyramiden endigen, und bisweilen farrenkrautähnliche Gruppen bilden. Dieſe Kryſtalle ſollen aus 37 Waſſer und 63 Baryt beſtehen und enthalten demnach 10 Atome Waſſer gegen 1 Atom Baryt.

Das Barytwaſſer iſt ſcharf ätzend; es röthet das Curcumapapier, färbt den Veilchenſyrup grün ꝛc. An der Luft zieht es Kohlenſäure an und bildet auf ſeiner Oberfläche ein weißes Häutchen von kohlenſauerm Baryt.

Bariumüberoxyd.

(Synon. Bariumſuperoxyd. Lat. Barium hyperoxydatum. Franz. Bioxide de barium.)

1130. Erhitzt man Baryt in Sauerſtoffgas, ſo wird dieſes raſch abſorbirt und während die Verbindung vor ſich geht, erglüht der Baryt etwas. Das Bariumüberoxyd iſt faſt geſchmacklos; und hat eine weißgraue Farbe. Kommt es mit Waſſer in Berührung, ſo zerfällt es und bildet ein unauflösliches Hydrat. Wird es bis auf 100° C. erhitzt, ſo verliert es ſeinen Sauerſtoffüberſchuß und geht in Baryt über, der ſich in Waſſer auflöſt. Erhitzt man das Bariumüberoxyd, während man einen Strom Waſſerſtoff darüber leitet, ſo findet ein lebhaftes Erglühen unter Bildung von grünlicher Flamme Statt. Das Überoxyd wird dadurch in Bariumoxyd verwandelt, welches ſich mit dem zugleich gebildeten Waſſer zu Barythydrat vereinigt.

Dieſes Überoxyd beſteht aus:

1 At. Barium	=	856,93	oder	81,08
2 At. Sauerſtoff	=	200,00	—	18,92
1 At. Überoxyd	=	1056,93		100,00

Man wendet daſſelbe zur Bereitung des oxydirten Waſſers an.

Chlorbarium.

(Synon. Salzſaurer Baryt, ſalzſaure Schwererde. Lat. Barium chloratum, Baryta muriatica, Terra ponderosa salita. Franz. Chlorure de barium. Muriate de baryte.)

1131. Das Chlorbarium beſitzt einen ſcharfen, ſtechenden Geſchmack. Gleich allen übrigen Barytverbindungen wirkt es giftig. Es hat ein ſpecif. Gewicht von 3,82; 100 Thl. Waſſer löſen 34,86 Thl. bei 15,6° und 59,58 Thl. bei 105,48° auf. Es kryſtalliſirt mit 4 At. Waſſer in waſſerhellen vierſeitigen Tafeln mit abgeſtumpften Ecken. Die Kryſtalle ſind an der Luft unveränderlich, in höherer Temperatur dekrepitiren ſie und ſchmelzen ſelbſt, wenn die Hitze noch verſtärkt wird.

1132. Zur Bereitung des Chlorbariums hat man verſchiedene Vorſchriften. Am leichteſten und einfachſten iſt die Darſtellung aus kohlenſauerm Baryt mittelſt Salzſäure; gewöhnlich aber wird der ſchwefelſaure Baryt angewendet, da erſterer ſelten vorkommt. Man nimmt 1 Thl. ſchwefelſauren Baryt und 1 Thl. *) Chlorcalcium, pulveriſirt beide und mengt ſie wohl unter einander. Mit dem Gemenge wird ein heſſiſcher Tiegel faſt ganz gefüllt und derſelbe, nachdem ein Deckel darauf gekittet worden, eine Stunde lang in einem mit einem Dom verſehenen Ofen ſtark geglüht. Beide Körper zerſetzen einander wechſelsweiſe. Nach dem Erkalten des Tiegels, zerſchlägt man denſelben, pulveriſirt die geſchmolzene Maſſe und wirft ſie in einen Keſſel mit ſiedendem Waſſer, rührt beſtändig dabei um und filtrirt ſogleich; aus der filtrir-

*) Bucholz ſchreibt nur 1/2 Thl. Chlorcalcium vor; dieſe leztere Vorſchrift entſpricht dann dem Verhälniß von 1 At. ſchwefelſauern Baryt zu 1 At. Chlorcalcium, vorausgeſezt daß dieſes im ganz trocknen oder waſſerfreien Zuſtande angewendet wird. Vollſtändiger möchte die Zerſetzung des Schwerſpaths wohl nach der franzöſiſchen Vorſchrift erfolgen, da die Berührung deſſelben mit Chlorcalcium offenbar vollkommner Statt finden muß. Je feiner der Schwerſpath pulveriſirt und geſchlämmt iſt, deſto leichter und vollſtändiger wird derſelbe dann auch von dem Chlorcalcium zerſezt. A. u. E.

ten Auflöſung erhält man durch Abdampfen das Chlorbarium kryſtalliſirt, während das noch in der Auflöſung befindliche, nicht zerſetzte Chlorcalium aufgelöſt bleibt.

Man darf das geſchmolzene, aus Gyps und ſalzſauerm Baryt beſtehende Gemenge nicht länger mit Waſſer in Berührung laſſen, indem ſich ſonſt ſchwefelſaurer Baryt wieder erzeugen würde.

Man kann das Chlorbarium auch auf ähnliche Weiſe wie den ſalpeterſauern Baryt bereiten; wir werden dieſes Verfahren ſpäter bei dem Letztern beſchreiben und bemerken hier vorläufig blos, daß man zur Zerſetzung des Schwefelbariums in dieſem Falle nur Salzſäure ſtatt Salpeterſäure anwendet.

Das Chlorbarium beſteht aus:

1 At. Barium	=	856,93	oder	65,94	100
2 At. Chlor	=	442,64	—	34,06	
1 At. Chlorbarium	=	1299,57	—	85,24	100
4 At. Waſſer	=	224,96	—	14,76	
1 At. kryſtalliſ. Chlorbarium	=	1524,53			

Man wendet das Chlorbarium im Waſſer aufgelöſt an, um die Anweſenheit ſowohl der freien als der gebundenen Schwefelſäure zu entdecken.

Brombarium.

(Synon. Lat. Barium bromatum. Franz. Bromure de barium.)

1133. Das Brombarium läßt ſich darſtellen, wenn man entweder Barythydrat mit einer Auflöſung von Brom in Äther ſchüttelt, oder wenn man Bromwaſſerſtoffſäure direkte mit Baryt vereinigt. Dieſe Verbindung iſt ſchmelzbar, ſehr auflöslich im Waſſer, weniger aber im Alkohol und bildet warzenförmige, undurchſichtige kryſtalliniſche Maſſen; ſie beſteht aus:

1 At. Barium	=	856,93	oder	47,98
2 At. Brom	=	932,80	—	52,02
1 At. Brombarium	=	1789,73		100,00

Jodbarium.

(Synon. Lat. Barium iodatum. Franz. Iodure de barium.)

1134. Läßt man Jodwaſſerſtoffgas, was bis auf 20° unter Null erkältet worden iſt, über Baryt ſtreichen, ſo erglüht derſelbe, und es bildet ſich Waſſer in Menge. Hier wird offenbar der Baryt und die Säure zerſetzt und es bilden ſich zwei neue Produkte.

Dieſes Jodid iſt im Waſſer ſehr auflöslich und etwas zerfließlich an der Luft; es kryſtalliſirt in feinen Nadeln, ähnlich dem Chlorſtrontium. Wird es längere Zeit der Luft ausgeſetzt, ſo bildet ſich nach und nach ein Polyiodid und kohlenſaurer Baryt. In der Rothglühhitze ſchmilzt es noch nicht; läßt man in dieſer Temperatur Sauerſtoffgas auf dasſelbe ſtrömen, ſo erſcheinen Joddämpfe und die Maſſe wird alkaliſch, was beweiſt, daß das Barium zum Sauerſtoff eine größere Verwandtſchaft hat als zum Jod.

Man erhält dieſe Verbindung ſehr leicht, wenn man Baryt in Jodwaſſerſtoffſäure auflöſt, das erzeugte Jodid abdampft und bis zum Rothglühen erhitzt; auch die beim Jodkalium angezeigten Bereitungsarten laſſen ſich hier anwenden.

Es beſteht aus

1 At. Barium	=	856,93	oder	35,35
2 At. Jod	=	1566,70	—	64,65
1 At. Jodbarium	=	2423,63		100,00

Fluorbarium. (Fluorure de barium.)

1135. Da dieſe Verbindung bis jetzt von den Chemikern nicht näher unterſucht worden iſt, ſo wiſſen wir nichts Beſonderes über ihre Eigenſchaften zu ſagen. *)

*) Das Fluorbarium läßt ſich leicht bereiten, wenn man friſch gefällten kohlenſauern Baryt mit überſchüſſiger Flußſäure behandelt. Das erhaltene weiße Pulver wird ausgewaſchen, getrocknet und geglüht und iſt nun Fluorbarium. Es wird vom Waſſer ſehr wenig, von der Salpeterſäure und Salzſäure aber leicht aufgelöſt. (Berzelius.) A. u. E.

Schwefelbarium.

(Synon. Ehedem Schwefelbaryt. Lat. Barium sulphuratum. Franz. Sulfure de barium.)

1136. Das Schwefelbarium kryſtalliſirt in weißen, ſeidenartig glänzenden ſchuppenförmigen Blättchen; es ſchmeckt ſcharf und ſchweflicht. Im warmen Waſſer löſt es ſich leichter als im kalten auf; Schwefel kann es noch in ziemlicher Menge aufnehmen und damit Polyſulphuride bilden: der Luft ausgeſetzt verwandelt es ſich in unterſchweflichtſauren Baryt.

Um das Schwefelbarium zu bereiten, nimmt man den reinſten ſchwefelſauern Baryt (Schwerſpath), pulveriſirt und ſchlämmt ihn ſo fein als möglich und mengt das Pulver mit $\frac{1}{6}$ Kohlenpulver. *) Mit dem Gemenge wird ein Thontiegel faſt ganz angefüllt, deſſen Deckel darauf gekittet und dann zwei Stunden lang einer ſehr heftigen Glühhitze ausgeſetzt. Nach Verlauf dieſer Zeit iſt der ſchwefelſaure Baryt in Schwefelbarium verwandelt. Um dasſelbe von der überſchüſſigen Kohle zu ſondern, kocht man es in 8 bis 10 Theilen Waſſers, filtrirt die Flüſſigkeit noch heiß, und läßt ſie dann ruhig erkalten, wodurch Kryſtalle von Schwefelbarium ſich bilden. Dieſe Kryſtalle werden aus der Mutterlauge genommen, abgetrocknet und in wohl verſchloſſenen Gefäßen aufbewahrt. **)

*) Um die Berührung der Kohlentheilchen mit den Schwerſpaththeilchen noch vollſtändiger zu bewirken, fügt man gewöhnlich außer der Kohle auch 1/6 Harz oder Roggenmehl hinzu, welche in der Hitze ſchmelzen und die Maſſe inniger verbinden. Die Zerſetzung findet auf dieſe Weiſe, wenn überhaupt das Schwerſpathpulver ſehr fein iſt und die Hitze ſehr geſteigert wird, vollſtändig Statt. A. u. E.

**) Man bereitet das Schwefelbarium im reinſten Zuſtande auch, indem man über glühenden ſchwefelſauern Baryt Waſſerſtoffgas ſtreichen läßt, welches ſich mit dem Sauerſtoff des Baryts und der Schwefelſäure zu Waſſer verbindet und verflüchtigt.

Wird Schwerſpath mit Tragantſchleim zu einem ſteifen Teige angemacht, getrocknet und dann ganz offen zwiſchen Kohlen geglüht, ſo erhält man den Bologneſer Leuchtſtein (Phosphorus bononiensis). Bewahrt man dieſen in hermetiſch verſchloſſenen Gefäßen auf und ſetzt ihn eine Zeit lang dem Tageslicht aus, ſo leuchtet er im Dunkeln mit gelblichem Scheine. Dieſer Leuchtſtein iſt Schwefelbarium mit unzerſetztem ſchwefelſauern Baryt. A. u. E.

Das Schwefelbarium beſteht aus

1 At. Barium	=	856,93	oder	80,98
1 At. Schwefel	=	201,16	—	19,02
1 At. Schwefelbarium	=	1058,09		100,00

Das kryſtalliſirte Schwefelbarium enthält Kryſtallwaſſer und kann auch dem zu Folge als ſchwefelwaſſerſtoffſaurer Baryt betrachtet werden. Man wendet das Schwefelbarium zur Darſtellung des ſalpeterſauern Baryts an.

Barytſalze.

1127. Die Barytſalze ſind meiſtens unauflöslich im Waſſer, weiß oder ganz waſſerhell und nehmen gewöhnlich kryſtalliniſche Form an. Die im Waſſer löslichen Barytſalze werden durch eine Auflöſung von ſchwefelſauren Strontian gefällt und der erzeugte Niederſchlag iſt in Salpeterſäure unauflöslich. Die meiſten Barytſalze ſind giftig.

Chlorſaurer Baryt.

(Synon. Überoxydirt ſalzſaurer Baryt. Lat. Baryta chlorica. Baryta muriatica hyperoxydata. Franz. Chlorate de baryte.)

1138. Er ſchmeckt ſcharf, kryſtalliſirt in vierſeitigen Säulen mit ſchiefer oder auf der Kryſtallaxe ſenkrecht ſitzender Endfläche. Dieſes Salz löſt ſich in vier Theilen Waſſer von 10° und in weniger als ſeinem eigenen Gewichte kochenden Waſſer auf. Stark erhitzt, entbindet es nach Vauquelin Sauerſtoff und Chlor und verwandelt ſich in Chlorbarium und Baryt.

Man erhält den chlorſauern Baryt, indem man Chlorſäure mit Ätzbaryt direkte verbindet. *) Er beſteht aus

1 At. Baryt	=	956,93	oder	50,38
1 At. Chlorſäure	=	942,64	—	49,63
1 At. chlorſaurer Baryt	=	1899,57		100,00

*) Wir würden denſelben aus auflöslichem, ſauern weinſteinſauern Baryt und chlorſauerm Kali mittelſt doppelter Wahlverwandtſchaft darzuſtellen ſuchen. Dieſe Methode, obſchon bisher noch nicht verſucht, würde ohne Zweifel auf die am mindeſten koſtſpielige Weiſe zum Ziele führen. A. u. E.

Jodſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta iodata. Franz. Iodate de baryte.)

1139. Dieſes Salz verpufft nicht auf glühenden Kohlen, ſondern leuchtet nur bisweilen; an der Luft iſt es unveränderlich. Es löſt ſich wenig im Waſſer auf; 100 Thl. nehmen bei 18° nur 0,03 Thl. und bei 100° nicht mehr als 0,06 Thl. davon auf. Wegen ſeiner geringen Löslichkeit läßt es ſich auch durch doppelte Wahlverwandtſchaft darſtellen. Auch durch direkte Vereinigung des Barytwaſſers mit Jod erhält man es, wobei ſich aber zugleich auflösliches Jodbarium bildet, während der iodſaure Baryt als weißer Niederſchlag zu Boden fällt. Man filtrirt dieſen und ſüßt ihn aus. In einer Temperatur von 100° C. trocknet er noch nicht vollkommen. Wird er dagegen in einer Retorte einem heftigen Feuer ausgeſetzt, ſo entbindet ſich Sauerſtoff und Jod, während Baryt zurückbleibt. Er enthält

1 At. Baryt	= 956,93	oder	31,65
1 At. Jodſäure	= 2066,70	—	68,35
1 At. iodſaurer Baryt	= 3023,63		100,00

Schwefelſaurer Baryt.

(Synon. Schwerſpath. Lat. Baryta sulphurica. Spathum ponderosum. Franz. Sulfate de Baryte.)

1150. Die Verbindung der Schwefelſäure mit dem Baryt iſt weiß, unauflöslich im Waſſer und mithin auch geſchmacklos. Alle Barytſalze werden durch Schwefelſäure ſelbſt aus Auflöſungen welche nur $\frac{1}{20000}$ davon enthalten noch gefällt. Der Niederſchlag iſt in Salpeterſäure unauflöslich und unterſcheidet ſich dadurch von andern im Waſſer unauflöslichen Barytſalzen, wie z. B. von phosphorſauerm Baryt. Der ſchwefelſaure Baryt iſt in konzentrirter Schwefelſäure ſelbſt etwas auflöslich; durch Zuſatz von Waſſer wird derſelbe aber wieder aus der konzentrirten Säure gefällt. Er ſchmilzt nur in ſehr hohen Hitzgraden. Mit kohlenhaltigen Körper zu

einem Teige angemacht und geglüht liefert er den bologneſer Leuchtſtein. (1138.)

Der Schwerſpath findet ſich zuweilen in bedeutenden Maſſen in der Natur, bald nierförmig, ſtalaktitiſch, faßrig, blättrig, körnig oder derb, bald aber vollkommen kryſtalliſirt in vierſeitigen Tafeln mit zugeſchärften Kanten oder in keilförmigen Octaedern. Das ſpecif. Gewicht deſſelben iſt 4,08.

Er beſteht aus:

1 At. Baryt	=	956,93 oder	65,63
1 At. Schwefelſäure	=	501,16 —	34,37
1 At. ſchwefelſaurer Baryt	=	1458,09	100,00

Man wendet den Schwerſpath als Flußmittel auf den Kupfergießereien zu Birmingham an. In den Laboratorien bereitet man daraus den Ätzbaryt und die meiſten Barytſalze nebſt den übrigen Barytverbindungen. *)

Schweflichtſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta sulphurosa. Franz. Sulfite de Baryte.)

1141. Der ſchweflichtſaure Baryt iſt im Waſſer unauflöslich. Man bereitet ihn indem man eine Auflöſung eines Barytſalzes mit einem auflöslichen ſchweflichtſauern Salze zuſammenbringt. Iſt dieſes Salz längere Zeit der Luft ausgeſetzt, ſo verwandelt es ſich in ſchwefelſauren Baryt; auch in ſtarker Hitze geht es in ſchwefelſaures Salz über, indem ſich Schwefel entbindet. Es iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Baryt	=	956,93 oder	70,46
1 At. ſchweflichte Säure	=	401,16 —	29,54
1 At. ſchweflichtſaurer Baryt	=	1358,09	100,00

Unterſchwefelſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta hyposulphurica. Franz. Hyposulfate de Baryte.)

1142. Dieſes Salz löſt ſich in 4 Thl. Waſſer von 18° und in 1,1 kochendem Waſſer auf. Im Alkohol iſt es unauf-

*) Bedeutende Quantitäten von Schwerſpath werden bei der Bereitung der verſchiedenen im Handel vorkommenden Bleiweißſorten angewendet, indem derſelbe dieſen in verſchiedenen Verhältniſſen beigemengt wird. A. u. E.

löslich. Es ſchmeckt bitter und zuſammenziehend. Die Auflöſung desſelben wird weder durch Chlor noch durch die Luft verändert; Schwefelſäure fällt daraus allen Baryt. Die Kryſtalle desſelben verkniſtern im Feuer ſehr ſtark. Es beſteht aus

1 At. Baryt	=	956,93	oder	51,47	100
1 At. Unterſchwefelſäure	=	902,32	—	48,53	
1 At. unterſchwefelſauern Baryt	=	1859,25	—	89,21	100
4 At. Waſſer	=	224,96	—	10,79	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	=	2084,21			

Kryſtalliſirt dieſes Salz durch Verdunſten, ſo enthält es 8 At. Waſſer und bildet vierſeitige geſchobene Prismen, die ſich in vier Flächen endigen. An der Luft effloreszirt daſſelbe und verliert 4 At. Waſſer.

Selenichtſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta seleniosa. Franz. Selenite de baryte.)

1143. Der ſelenichtſaure Baryt iſt im Waſſer unauflöslich, pulverig und verändert die Lakmusfarbe nicht. In der Glasſchmelzhitze ſchmilzt er noch nicht; er ſcheint kein Kryſtalliſationswaſſer zu enthalten. Man erhält ihn durch Fällen eines auflöslichen ſelenichtſauern Salzes mittelſt Chlorbarium. Er enthält

1 At. Baryt	=	956,93	oder	57,9
2 At. Säure	=	694,60	—	42,1
1 At. Salz	=	1651,53		100,0

Doppelſelenichtſaurer Baryt. (Biselenite de baryte.

1144. Dieſes Salz bildet ſich, wenn man kohlenſauern Baryt in ſelenichter Säure auflöſt, bis das Aufbrauſen aufhört. Läßt man die Auflöſung abdampfen, ſo kryſtalliſirt der doppeltſelenichtſaure Baryt in runden, durchſichtigen Körnern, außen zuweilen glatt. Im Innern findet man eine konzentriſch ſtrahlige Maſſe. Es beſteht nach Berzelius aus

1 At. Baryt	= 956,93	oder	40,74
4 At. Säure	= 1389,20	—	59,26
1 At. 2fach ſelenichtſaurer Baryt	= 2346,13		100,00

Phosphorſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta phosphorica. Franz. Phosphate de baryte.)

1145. Nach Berzelius ſcheint die Phopsphorſäure ſich in drei Verhältniſſen mit dem Baryt verbinden zu können. Sie bildet damit ein einfach- anderthalb- und zweifach-phosphorſaures Salz. Wir erwähnen hier nur des Erſteren. Dieſes Salz iſt ein weißes, geſchmackloſes im Waſſer unauflösliches Pulver; dagegen löſt es die Phosphorſäure, Salpeterſäure und Salzſäure auf und es verwandelt ſich dann in auflöslichen, doppeltphosphorſauren Baryt.

Man erhält daſſelbe, wenn man aufgelöſtes neutrales phosphorſaures Ammoniak in eine neutrale Auflöſung von Chlorbarium gießt, den Niederſchlag wohl auswäſcht, trocknet und in einem Tiegel bis zur Rothglut erhitzt.

Es enthält dieſes Salz:

2 At. Baryt	= 1713,86	oder	68,20
1 At. Phosphorſäure	= 892,30	—	31,80
1 At. phosphorſaurer Baryt	= 2606,16		100,00

Phosphorichtſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta phosphorosa. Franz. Phosphite de baryte.)

1146. Dieſer iſt ſehr wenig löslich im Waſſer und kryſtalliſationsfähig. Man kann ihn leicht durch Zerſetzung zweier Salze mittelſt doppelter Wahlverwandtſchaft bereiten. Er beſteht aus 1 At. Baryt, 1 At. Säure und 2 At. Waſſer. In der Rothglühhitze verwandelt er ſich in neutralen phophorſauren Baryt und in beinahe reines Waſſerſtoffgas, was nur mit ſehr wenig Phosphorwaſſerſtoffgas verunreinigt iſt.

Unterphosphorichtſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta hypophosphorosa. Franz. Hypophosphite de baryte.)

1147. Er iſt ſehr auflöslich und ſchwer kryſtalliſirbar. Wird er im lufleeren Raum abgedampft, ſo enthält er doppelt ſoviel Kryſtalliſationswaſſer als wenn er über dem Feuer abgedampft wird; im erſten Fall nimmt er wenigſtens 3 At. Waſſer auf. Erhitzt man ihn in verſchloſſenen Gefäßen, ſo verwandelt er ſich in neutralen phosphorſauern Baryt, während ſich zugleich Phosphorwaſſerſtoffgas entbindet. Wird dieſes Salz an der Luft erhitzt oder mit Salpeterſäure behandelt, ſo wird es doppeltphosphorſaurer Baryt.

Dieſe Eigenſchaften kommen dem durch Wechſelwirkung von Baryt, Waſſer und Phosphor bereiteten unterphosphorichtſauern Baryt zu. Wird die Auflöſung deſſelben durch Wärme konzentrirt, ſo erhält man biegſame, ſchwarzglänzende Kryſtalle, welche ſchon bei geringer Erwärmung zerkniſtern und im Alkohol unauflöslich ſind.

Arſenikſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta arsenicica. Franz. Arseniate de baryte.)

1148. Der arſenikſaure Baryt iſt im Waſſer unauflöslich; er läßt ſich demnach bereiten, wenn man eine Auflöſung von arſenikſaurem Natron oder Kali in aufgelöſtes Chlorbarium gießt und den erhaltenen Niederſchlag wohl ausſüßt und trocknet. Fügt man eine ziemlich ſtarke Säure zu dem einfachen arſenikſauern Baryt, ſo bildet ſich ein ſaures im Waſſer auflösliches Salz. Er beſteht aus:

2 At. Baryt	= 1713,86	oder	57,05
1 At. Arſenikſäure	= 1440,70	—	42,95
1 At. arſenikſaures Salz	= 3154,56		100,00

Arſenichtſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta arsenicosa. Franz. Arsenite de baryte.)

1149. Dieſes Salz iſt unauflöslich. Man erhält es

durch doppelte Wahlverwandſchaft als ein weißes Pulver. Es enthält

2 At. Baryt	= 1713,86	oder	43,54
1 At. arſenichte Säure	= 1240,70	—	56,46
1 At. arſenichtſaurer Baryt	= 2954,56		100,00

Salpeterſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta nitrica. Franz. Nitrate de baryte.)

1150. Dieſes Salz kryſtalliſirt in regelmäßigen Octaedern, welche bisweilen ſternförmige Zuſammenhäufungen bilden; es enthält kein Kryſtallwaſſer. 100 Thl. Waſſer löſen bei 0° 5 Thl. nud bei 101,6° 35,18 Thl. davon auf. An der Luft verändert ſich dieſes Salz nicht; im Feuer zerkniſtert es, fließt in der Rothglühhitze, zerſetzt ſich, entbindet Sauerſtoffgas, Stickſtoffgas, ſalpetrichte Säure und läßt eine poröſe Maſſe als Rückſtand.

Man bereitet dieſes Salz gewöhnlich, indem man entweder den natürlichen kohlenſauren Baryt (Witherit) oder das aufgelöſte Schwefelbarium durch Salpeterſäure zerſetzt. Da ſich beim zweiten Verfahren viel Schwefelwaſſerſtoff entbindet, ſo muß man hierbei die nöthige Vorſicht gebrauchen und ſich gegen den nachtheiligen Einfluß deſſelben durch Anzünden zu ſchützen ſuchen. Nach vollſtändiger Zerſetzung des Schwefelbariums filtrirt man die Auflöſung, dampft ſie ab und läßt dann durch Abkühlung kryſtalliſiren. Es bilden ſich gewöhnlich ſehr weiße Kryſtalle. Das Abdampfen kann ſelbſt in eiſernen Keſſel vorgenommen werden, wenn nur die Auflöſung durch Hinzufügen von etwas Baryt alkaliſch erhalten wird. Dieſes Salz enthält:

1 At. Baryt	= 956,93	oder	85,56
1 At. Salpeterſäure	= 677,02	—	14,44
1 At. ſalpeterſaurer Baryt	= 1633,95		100,00

Man gebraucht den ſalpeterſauern Baryt als Reagens und zur Bereitung des Ätzbaryts.

Unterſtickſtoffichtſaurer Baryt. (Hypoazotite de baryte.)

1151. Heß hat dieſes Salz zuerſt unterſucht. Es kryſtalliſirt wie der ſalpeterſaure Baryt, enthält aber Kryſtallwaſſer, welches man durch Erhitzung daraus vertreiben kann. Im Alkohol iſt es unauflöslich. Man erhält es, wenn man den ſalpeterſauern Baryt ſo ſtark erhitzt, daß ſich keine ſalpetrichtſauern Dämpfe mehr daraus entbinden. Es enthält

1 At. Baryt	=	956,93	oder	61,47
2 At. Stickſtoffoxyd	=	377,02	—	24,07
4 At. Waſſer	=	224,96	—	14,46
1 At. unterſtickſtoffichtſauern Baryt	=	1558,91		100,00

Kohlenſaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta carbonica. Franz. Carbonate de baryte.)

1152. Man findet dieſes Salz in der Natur; es iſt durchſcheinend und gelblichgrau von Farbe. Es findet ſich in England zu Angleſarck in ſtrahligen Maſſen; dann in der Nähe von Neuberg in Oberſteiermark und an einigen andern Orten: überhaupt aber iſt es ziemlich ſelten. Es wiegt 4,33. Der künſtlich erzeugte kohlenſaure Baryt *) iſt ein weißes geſchmackloſes Pulver, allein demungeachtet ein Gift. Er löſt ſich weder im kalten, noch im kochenden Waſſer auf; in kohlenſäurehaltigem Waſſer iſt er auflöslich und dieſes kann 0,0012 ſeines Gewichtes davon auflöſen. Es iſt eines der vier durch Hitze nicht zerſetzbaren kohlenſauern Salze. Es beſteht aus

1 At. Baryt	=	956,93	oder	77,66
2 At. Kohlenſäure	=	275,33	—	22,34
1 At. kohlenſaurer Baryt	=	1232,26		100,00

*) Man bereitet denſelben am beſten durch Fällen des ſalzſauern Baryt's mittelſt kohlenſauerm Ammoniak. Der weiße Niederſchlag wird filtrirt, ausgewaſchen und geglüht, wodurch der anhängende Salmiak ſich verflüchtigt und der kohlenſaure Baryt ſehr rein zurückbleibt. A. u. E.

Capitel V.

Strontium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Jod und Schwefel; Strontianſalze, welche durch nicht-metalliſche Mineralſäuern gebildet werden.

Das Strontium hat viele Ähnlichkeit in ſeinem chemiſchen Verhalten mit dem Barium; man erhält es auch auf dieſelbe Weiſe, wie dieſes.

Das Strontiumoxyd wurde erſt im Jahre 1790 von Crawford einem ſchottiſchen Arzt entdeckt, welcher die Wirkung der Barytſalze auf den thieriſchen Organismus ſtudirte. Als er den vermeintlichen kohlenſauern Baryt von Strontian (einen Ort in Schottland) in dieſer Beziehung prüfte, beobachtete er ſehr weſentliche Unterſchiede zwiſchen dem daraus bereiteten Chlorid und zwiſchen dem eigentlichen Chlorbarium. Später bewieſen Hope, Klaproth und Pelletier die Eigenthümlichkeit dieſes neuen Körpers.

Strontiumoxyd.

(Synon. Strontian, Strontianerde, Strontit, Lat. Strontium oxydatum. Strontiana. Franz. Oxide de Strontium. Strontiane.)

1153. Das Strontiumoxyd verhält ſich chemiſch faſt ganz wie das Bariumoxyd; *) es iſt eine poröſe, weißgraue,

*) Man bereitet es auch ganz auf dieſelbe Weiſe, nämlich durch Glühen des ſalpeterſauern Strontians in Porzellanretorten oder Platingefäßen; auch aus kohlenſauerm Strontian läßt ſich der Ätzſtrontian darſtellen, wenn er mit Kohle geglüht wird. Man mengt zu dem Ende 100 Thl. ganz trocknen koh-

etwas weniger kauſtiſche Maſſe; im Sauerſtoffgaſe erhitzt abſorbirt es dieſes nicht gleich dem Barium. Man kann das Strontiumüberoxyd nur durch oxydirtes Waſſer bereiten. Der Strontian beſteht aus

1 At. Strontium	=	547,30	oder	84,55
1 At. Sauerſtoff	=	100,00	—	15,45
1 At. Strontian	=	647,30		100,00

Strontianhydrat.

1154. Wenn man Waſſer auf Strontian gießt, ſo erhitzt ſich die Maſſe und das Waſſer verbindet ſich mit dem Oxyd, und bildet ein Hydrat, welches die größte Ähnlichkeit mit dem Bariumoxydhydrat hat. Es beſteht aus

1 At. Strontian	=	647,30	oder	85,21
2 At. Waſſer	=	112,48	—	14,79
1 At. geſchmolzenes Hydrat	=	759,78		100,00

Das kalte Waſſer löſt den vierzigſten Theil ſeines Gewichtes Strontian auf, das heiße Waſſer dagegen das doppelte Quantum; läßt man eine warm geſättigte Auflöſung erkalten, ſo bilden ſich Kryſtalle in dünnen Blättchen, deren Seiten unter einem ſpitzen Winkel zugeſchärft ſind. Zuweilen ſind die Kryſtalle auch kubiſch; ſie enthalten 68 Waſſer und 32 Strontian und beſtehen aus 1 At. Strontian und 24 At. Waſſer.

Strontiumüberoxyd.

(Synon. Lat. Strontiana hyperoxydata. Franz. Bioxide de Strontium.)

1155. Man erhält das Strontiumüberoxyd als Hydrat, wenn man in eine Strontianauflöſung einige Tropfen oxydirtes Waſſer gießt; es fällt als weiße, ſeidenglänzende Blättchen nieder und iſt zuſammengeſetzt aus

---

lenſauern Strontian mit 6 Thl. Kohlenpulver und macht aus der Maſſe mit etwas Traganthſchleim Kugeln, welche in mit Kohle ausgefütterten Thontiegeln 1 Stunde lang in einer Eſſe vor dem Gebläſe heftig geglüht werden. Die Strontianerde wird nun ätzend, indem die Kohle die Kohlenſäure zerlegt und Kohlenoxyd bildet, was ſich als Gas verflüchtigt. A. u. E.

1 At. Strontium	= 547,30	oder	73,23
2 At. Sauerſtoff	= 200,00	—	26,77
1 At. Überoxyd	= 747,30		100,00

Chlorſtrontium.

(Synon. Lat. Strontium chloratum. Franz. Chlorure de Strontium.)

1156. Wird Strontian in Chlorgas erhitzt, ſo entbindet ſich Sauerſtoffgas und das Metall vereinigt ſich mit dem Chlor.

Dieſes Chlorid iſt farblos und ſchmeckt ſcharf und durchdringend. Es löſt ſich in anderthalb Theilen Waſſer von 15° und in vierfünftel kochendem Waſſer auf. Von reinem Alkohol ſind 24 Thl. bei 15° und 19 Thl. in der Siedhitze zur Auflöſung nöthig. Durch langſames Erkalten der heißen und geſättigten Alkoholauflöſung erhält man ſchöne nadelförmige, ſechsſeitige Prismen. Die Alkoholauflöſung brennt mit ſchöner purpurrother Flamme. Die Kryſtalle verändern ſich in trockner Luft nicht, in feuchter aber zerfließen ſie nach und nach. Im Feuer kommen ſie anfangs in den wäßrigen und ſpäter in den feurigen Fluß. Man bereitet dieſe Verbindung am einfachſten, wenn man den natürlichen kohlenſauern Strontian in Salzſäure auflöſt; man kann aber auch die beim Chlorbarium angegebenen Methoden auch hier anwenden. Das Chlorſtrontium beſteht aus

1 At. Strontium	= 547,30	oder	55,39
2 At. Chlor	= 442,64	—	44,61
1 At. Chlorſtrontium	= 989,94		100,00

Jodſtrontium.

(Synon. Lat. Strontium iodatum. Franz. Iodure de Strontium.)

Das Jodſtrontium iſt ſehr auflöslich im Waſſer und kryſtalliſirt in ſehr feinen Prismen. Wird es bei Ausſchluß der atmosphäriſchen Luft erhitzt, ſo verändert es ſich nicht, allein in Berührung mit Sauerſtoff erhitzt entbindet es Jod

und geht in ein Oxydiodid oder noch wahrſcheinlicher in baſiſch iodichtſauern Strontian über. Man bereitet es durch Sättigung des Strontians mit Jodwaſſerſtoffſäure, oder indem man Jodeiſen durch Strontian zerſetzt. Es beſteht aus

1 At. Strontium	= 547,30	oder	25,88
2 At. Jod	= 1566,70	—	74,12
1 At. Jodſtrontium	= 2114,00		100,00

Schwefelſtrontium.

(Synon. Lat. Strontium sulphuratum. Franz. Sulfure de Strontium.)

1158. Das Schwefelſtrontium kommt in ſeinem Verhalten ſehr mit dem Schwefelbarium überein; man bereitet es auch auf dieſelbe Weiſe, wobei aber Sorge zu tragen iſt, daß das erhaltene Sulphurid nicht freien Strontian enthält. Man muß zur Vermeidung dieſes Übelſtandes die Kohle mit dem ſchwefelſauern Strontian innig mengen und Weißglühhitze geben. Es enthält

1 At. Strontium	= 547,30	oder	73,13
1 At. Schwefel	= 201,16	—	26,87
1 At. Schwefelſtrontium	= 748,46		100,00

Strontianſalze.

1159. Dieſe unterſcheiden ſich hauptſächlich durch die Fähigkeit, die Alkoholflamme purpurroth zu färben. Aus ihren Auflöſungen werden ſie gleich den Barytſalzen durch ſchwefelſaures Natron gefällt, allein ſie unterſcheiden ſich von dieſen dadurch, daß der erzeugte Niederſchlag von ſchwefelſauerm Strontian etwas auflöslich iſt und dieſe äußerſt ſchwache Auflöſung trübt noch die aufgelöſten Barytſalze, nicht aber die Strontianſalze. Um ein Strontianſalz von einem Barytſalz zu unterſcheiden, darf man es nur in Chlorid verwandeln; das Chlorbarium kryſtalliſirt in vierſeitigen Tafeln, während das Chlorſtrontium in langen Nadeln anſchießt. Dieſer Verſuch läßt ſich mit der kleinſten Menge anſtellen und giebt noch immer entſcheidende Reſultate. Zu

Verſuchen im Kleinen eignen ſich Uhrgläſer als Gefäße ganz vorzüglich.

Chlorſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana chlorica. Franz. Chlorate de Strontiane.)

Dieſes Salz iſt ſcharf, zerfließlich und ſehr auflöslich im Waſſer. Es kryſtalliſirt ſchwierig. Man bereitet es wie den chlorſauern Baryt.

Jodſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana iodica. Franz. Iodate de Strontiane.)

Dieſes Salz, welches dem iodſauern Baryt ſehr ähnlich iſt, wird auch wie dieſer bereitet.

Schwefelſaurer Strontian.

(Synon. Cöleſtin. Lat. Strontiana sulphurica. Franz. Sulfate de Strontiane.)

1160. Man findet dieſes Salz häufig in der Natur; in derben Maſſen kommt es in der Umgegend von Paris auf dem Montmartre und Menilmontant vor, enthält aber gewöhnlich 8 bis 9 Prozent kohlenſauern Kalk. In den Sevennen findet man es in faßrigen Maſſen. Das Vorkommen in der Umgegend von Edinburg und Briſtol iſt längſt bekannt; auch in Penſylvanien traf man es. Die ſchönſten Kryſtalle kommen unſtreitig von Sizilien und zwar aus den Thälern von Noto und Mazzara. *) Gewöhnlich iſt der ſchwefelſaure Strontian mit etwas Schwerſpath gemengt, ſowie dieſer dagegen ſehr häufig in Begleitung von ſchwefelſauren Strontian vorkommt. Er findet ſich gewöhnlich in der Natur in geſchobenen vierſeitigen Säulen, welche

*) In Deutſchland findet man den Cöleſtin in Dornburg bei Jena und am Süntel im Hannövriſchen. Von daher bezieht man auch denjenigen, welcher zu techniſchen Zwecken benützt wird. A. u. E.

ein ſpezif. Gew. von 4,0 haben. Pulveriſirt iſt er weiß, geſchmacklos, und in 3840 Thl. kochendem Waſſer auflöslich. Er verhält ſich in vieler Beziehung wie der ſchwefelſaure Baryt und beſteht aus

1 At. Strontian	=	647,30	oder	56,36
1 At. Schwefelſäure	=	501,16	—	43,64
1 At. ſchwefelſaurer Strontian	=	1148,46,		100,00

Man benützt den häufig vorkommenden ſchwefelſauern Strontian zur Bereitung der übrigen Strontianſalze.

Unterſchwefelſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana hyposulphurica. Franz. Hyposulfate de Strontiane.)

1161. Dieſes Salz kryſtalliſirt in großen, regelmäßigen ſechsſeitigen Tafeln mit ſchiefen Seitenflächen. Es löſt ſich in 4,5 Thl. Waſſer von 16° und in 1,5 Thl. kochenden Waſſers auf. An der Luft wird es nicht verändert. Der Alkohol löſt es nicht auf. Es ſchmeckt bitter und beſteht aus

1 At. Strontian	=	647,30	oder	41,77	} 100
1 At. Säure	=	902,32	—	58,23	
1 At. Salz	=	1549,62	—	77,50	} 100
8 At. Waſſer	=	449,92	—	22,50	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	=	1999,54			

Unterſchweflichtſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana hyposulphurosa. Franz. Hypposulfite de Strontiane.)

1162. Wenn man eine Auflöſung von Schwefelſtrontium einige Tage der Luft ausſetzt, ſo entfärbt ſie ſich gänzlich und ſetzt Schwefel und kohlenſauern Strontian ab. Werden Letztere von der Flüſſigkeit durch Filtriren geſchieden und dieſe abgedampft, ſo erhält man ſchöne durchſichtige, rhomboidale abgeplattete Kryſtalle. Dieſes Salz wird auch gebildet, wenn man ſchweflichtſaures Gas durch eine Schwefelſtrontiumauflöſung ſtreichen läßt.

Selenichtſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana seleniosa. Franz. Selenite de Strontiane.)

1163. Das neutrale ſelenichtſaure Salz iſt ein unauflösliches weißes Pulver. Das doppeltſelenichtſaure Salz bereitet man durch Auflöſen des kohlenſauern Strontians in flüſſiger ſelenichter Säure. Läßt man die Auflöſung langſam abdampfen, ſo bilden ſich keine Kryſtalle, ſondern man erhält einen milchweißen Rückſtand, der ſich nur ſchwierig wieder auflöſt, ſelbſt im kochenden Waſſer. Wird dieſes Salz dem Feuer ausgeſetzt, ſo ſchmilzt es anfangs, verliert ſein Kryſtallwaſſer und bläht ſich auf zur poröſen Maſſe; fährt man mit dem Erhitzen fort, ſo entbindet ſich der Säureüberſchuß.

Salpeterſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana nitrica. Franz. Nitrate de Strontiane.)

1164. Dieſes Salz hat einen ſtechenden Geſchmack; es löſt ſich in ſeinem eigenen Gewichte Waſſer von 16° auf, bedarf aber nur die Hälfte ſeines Gewichts kochenden Waſſers; es kryſtalliſirt in Octaedern und zuweilen in irregulären Prismen. Im erſten Fall enthält es mehr Kryſtallwaſſer als im zweiten. Iſt es in Prismen kryſtalliſirt, ſo ſchmilzt es ſchon bei ſehr niedriger Temperatur. Im Alkohol iſt es unauflöslich; an der Luft effloreszirt es, und auf glühenden Kohlen verpufft es. Erhitzt man es in einem Schmelztiegel, ſo verkniſtert es und ſchmilzt endlich. Der Rothglühhitze ausgeſetzt kommt es ins Kochen, zerſetzt ſich und entbindet Sauerſtoffgas, Stickſtoffgas, ſalpetrige Säure, indem zuletzt Strontian als poröſe Maſſe zurückbleibt. Man verſchafft ſich auf dieſe Weiſe den reinen Ätzſtrontian. Bringt man es mit brennenden Körpern zuſammen, ſo färbt es die Flamme purpurroth.

Dieſes Salz wird wie der ſalpeterſaure Baryt bereitet; da jedoch der ſchwefelſaure Strontian häufig kohlenſauern

Kalk enthält, ſo muß dieſer durch vorläufige Behandlung mit Salzſäure fortgeſchafft und das rückſtändige Pulver wohl ausgewaſchen und getrocknet werden. Man wendet den ſalpeterſauern Strontian zu Rothfeuern bei Luſtfeuerwerken und auf Theatern an. *) Er enthält

1 At. Strontian	= 647,30	oder 48,87
1 At. Salpeterſäure	= 677,02	— 51,13
1 At. ſalpeterſaurer Strontian	= 1324,32	100,00

Phoſphorſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana phosphorica. Franz. Phosphate de Strontiane.)

1165. Man bereitet es wie den phoſphorſauern Baryt; es iſt geſchmacklos unlöslich im Waſſer und unveränderlich in der Luft. Durch Schwefelſäure wird es zerſetzt. Es beſteht aus

2 At. Strontian	= 1294,60	oder 59,20
1 At. Phoſphorſäure	= 892,30	— 40,80
1 At. phoſphorſaures Salz	= 2186,90	100,00

Unterphoſphorichtſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana hypophosphorosa. Franz. Hypophosphite de Strontiane.)

1166. Es iſt ſehr auflöslich, kryſtalliſirt ſchwierig und kommt in ſeinem Verhalten mit dem unterphoſphorichtſauern Baryt überein.

Phoſphorichtſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana phosphorosa. Franz. Phosphite de Strontiane.)

1167. Auch dieſes iſt dem entſprechenden Barytſalz ähnlich, aber in der Hitze giebt es ein ſtärker gefärbtes phoſphorſaures Salz und phoſphorhaltigeres Waſſerſtoffgas.

*) Pulver zu Rothfeuern werden zuſammengeſetzt aus 40 Thl. waſſerfreiem ſalpeterſauern Strontian, 13 Thl. Schwefelblumen, 5 Thl. chlorſaurem Kali, 4 Thl. Schwefelſpießglanz und 6—8 Thl. Kohlenpulver. A. u. E.

Kohlenſaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana carbonica. Franz. Carbonate de Strontiane.)

1168. Es findet ſich daſſelbe in der Natur und iſt dasjenige Strontianſalz, welches man zuerſt kennen lernte; man fand es zu Strontian und Leadhills in Schottland, ſowie auch in der Nähe von Popayan in Peru. Gewöhnlich bildet es ſtrahlige, durchſcheinende grünliche Maſſen.

Dieſes Salz iſt geſchmacklos, wird an der Luft nicht verändert und iſt in 1536 Thl. kochendem Waſſer auflöslich. Es wiegt 3,66. In einem Tiegel geglüht verliert es einen Theil ſeiner Säure, mengt man es aber zuvor mit Kohlenſtaub, ſo wird es in der Glühhitze vollkommen zerſetzt und es bleibt Ätzſtrontian zurück. (1154)

Es beſteht aus

1 At. Strontian	= 647,30	oder	70,16
2 At. Kohlenſäure	= 275,32	—	29,84
1 At. kohlenſaures Salz	= 922,62		100,00

Capitel VI.

Calcium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Selen und Phosphor; Kalkſalze, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuern gebildet werden.

Man erhält das Calcium wie das Barium, es iſt aber ſehr ſchwer von dem Queckſilber des Amalgams zu trennen. Davy erhielt ein Kügelchen, welches, wenn es auch vielleicht noch Queckſilber enthielt, doch wenigſtens ſtarr, ſilberweiß und ungemein brennbar war. In Berührung mit der Luft abſorbirt es Sauerſtoff und es bildet ſich Kalk. Es beſitzt ein ſpezif. Gew. von 4—5. In der Luft erhitzt brennt es mit lebhaftem Glanze.

Calciumoxyd.

(Synon. Kalkerde. Ätzkalk. Lat. Calcium oxydatum. Calcaria. Franz. Protoxide de Calcium. Chaux.)

1169. Der Kalk iſt ſchon längſt bekannt. Die Alten wendeten denſelben als Arzneimittel, zum Düngen, vorzüg- aber zur Bereitung des Mörtels an. *)

---

*) Man findet den Kalk im freien Zuſtande nicht in der Natur, wohl aber in Verbindung mit Säuren und zwar mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Arſenik-, Bor-Säure u. a. m. im Mineralreiche ſowohl als in den organiſchen Körpern. Im reinen Zuſtand erhält man den Kalk durch heftiges anhaltendes Glühen des reinen Kalkſpaths (am beſten des isländiſchen Doppelſpathes) des karrariſchen Marmors oder in Ermanglung deſſen, der Auſterſchalen. Man glüht die Stücke entweder im Tegel oder im offnen Kohlfeuer, ſo lange bis eine herausgenommene Probe nicht mehr mit Säuren aufbrauſt. A. u. E.

Der reine Kalk iſt weiß, ſchmeckt ſehr ätzend und zerſtört die thieriſchen Stoffe. Er reagirt ſtark alkaliſch. Sein ſpezif. Gew. iſt 2,3; er iſt im heftigſten Feuer und ſelbſt vor den ſtärkſten Brenngläſern unſchmelzbar. Das Calciumoxyd beſteht aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	71,91
1 At. Sauerſtoff	= 100,00	—	28,09
1 At. Kalk	= 356,03		100,00

Der Kalk wird zu ſehr verſchiedenen Zwecken angewendet: man bedient ſich deſſelben um Kali und Natron ätzend zu machen, zum Einkalken des Getraides, zur Darſtellung des Ätzammoniaks aus Salmiak, zur Verfertigung des Mörtels. *) Wir kommen auf die Bereitung des Kalks im Groſſen und auf ſeine Anwendung in der Baukunſt ſpäter wieder zurück. (1300)

Kalkhydrat.

1170. Bringt man reinen Kalk mit Waſſer in Berührung, ſo wird dieſes abſorbirt, der Kalk erhitzt ſich und es entbinden ſich heiße Waſſerdämpfe, während derſelbe zugleich an Volum zunimmt, ſich unter Krachen zerſpaltet, und zuletzt zu feinem Pulver zerfällt. Gießt man ein neues Quantum Waſſer auf die noch nicht ganz zerfallnen Stücke, ſo wiederholen ſich die Erſcheinungen, man hört ein Ziſchen ähnlich dem, welches ein rothglühendes in Waſſer getauchtes Eiſen hervorbringt und es entbinden ſich zugleich viel Waſſerdämpfe. Man nennt dieſe Operation das Löſchen des Kalkes.

Die hiedurch erzeugte Wärme ſteigt bis auf 300° C. Pelletier fand, daß beim Löſchen großer Mengen Kalkes im Dunkeln ſelbſt Licht frei wird und neuerdings verſichert man, daß die entbundene Wärme zur Entzündung des Pulvers hinreiche.

*) Man benutzt ferner den Kalk zur Bereitung der Seifenſiederlauge, in der Bleicherei, in der Färberei, zum Enthaaren der Häute in der Gerberei, als Putz- und Polirmittel für Metalle, in der Glasfabrikation und zur Reinigung des Leuchtgaſes ꝛc. A. u. E.

Der Kalk vermehrt durch das Löſchen ſein Gewicht bedeutend, indem ſich Waſſer chemiſch mit ihm verbindet. Das erzeugte Hydrat beſteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	75,0
2 At. Waſſer	= 112,48	—	25,0
1 At. Hydrat	= 468,51		100,0

1171. **Kalkwaſſer.** Reines Waſſer löſt in gewöhnlicher Temperatur $\frac{1}{770}$ ſeines eigenen Gewichtes Kalk auf; kochendes Waſſer dagegen löſt weniger davon auf. Nach Dalton löſt das Waſſer bei verſchiedener Temperatur folgende Kalkmenge auf.

Waſſer von	löſt Kalk auf	löſt Kalkhydrat auf
15,5° C	$\frac{1}{778}$	$\frac{1}{584}$
50° —	$\frac{1}{972}$	$\frac{1}{723}$
100° —	$\frac{1}{1270}$	$\frac{1}{952}$

Die wäßrige Kalkauflöſung iſt klar und waſſerhell, ſchmeckt etwas ſcharf und färbt die meiſten blauen Pflanzenfarben grün.

Um Kalkwaſſer zu bereiten giebt man in eine große Flaſche mit reinem Waſſer etwas Kalkhydrat, verſchließt dieſe und ſchüttelt wohl um. Hat ſich nachher die trübe Maſſe wieder geklärt, ſo gießt man die Flüſſigkeit ab und verwahrt ſie in gut verkorkten Gläſern. An der Luft überzieht ſich das Kalkwaſſer mit einer dünnen Kruſte von kohlenſauerm Kalk (Kalkhäutchen); wird dieſe zerriſſen oder abgenommen, ſo bildet ſich wieder eine neue und ſofort bis endlich das Waſſer ſeinen ganzen Kalkgehalt verloren hat.

Man kann das Kalkhydrat kryſtalliſirt erhalten, wenn man ein Gefäß mit Kalkwaſſer nebſt einem zweiten mit Schwefelſäure unter den Rezipienten der Luftpumpe bringt und die Luft herauspumpt; das Waſſer verdampft ſchnell und das Kalkhydrat kryſtalliſirt dann in regulären ſechsſeitigen Säulen, welche durch einen ſenkrecht auf der Achſe ſtehenden Schnitt abgeſtumpft ſind.

Man wendet das Kalkhydrat und das Kalkwaſſer in den Gerbereien zum Schwellen der Häute, und zum Klären der Rohzuckerauflöſung in den Zuckerraffinerien an.

Calciumüberoxyd.

(Synon. Lat. Calcium hyperoxydatum. Franz. Bioxide de calcium.)

Hinſichtlich der Eigenſchaften, ſowie der Bereitung iſt das Calciumüberoxyd ganz dem Strontionüberoxyd gleich zu ſtellen. Es beſteht aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	56,14
2 At. Sauerſtoff	= 200,00		45,86
1 At. Überoxyd	= 456,03		100,00

Chlorcalcium.

(Synon. Salzſaurer Kalk. Lat. Calcium chloratum, Calcaria muriatica. Franz. Chlorure de calcium, Muriate de chaux.)

Erhitzt man Kalk in einer Porzellanröhre bis zum Rothglühen und läßt trocknes Chlorgas durchſtreichen, ſo entbindet ſich dem Volum nach halb ſoviel Sauerſtoffgas, als Chlorgas abſorbirt worden, und es bildet Chlorcalcium.

Dieſe Verbindung hat einen ſcharfen und bittern Geſchmack. An der Luft zieht ſie äußerſt ſchnell Feuchtigkeit an; ſie läſt ſich in der Hälfte ihres Gewichtes Waſſer von 0° und in dem vierten Theil von 15° auf, noch löslicher aber iſt es in Waſſer von 50—60°. Es kryſtalliſirt in langen, ſechsſeitigen, zugeſpitzten Prismen. Im Feuer kommt es anfangs in den wäßrigen und ſpäter in den feurigen Fluß. Auch im Alkohol löſt es ſich leicht auf und die bei der Auflöſung ſich entbindende Wärme iſt ſo bedeutend, daß derſelbe zuweilen ins Kochen kommt.

Das Chlorcalcium kommt in einigen Brunnenwaſſern und in ſalpeterhaltigen Stoffen vor; allein da es gewöhnlich mit Chlornatrium und Chlormagneſium gemengt iſt, ſo läßt es ſich ſchwer daraus abſcheiden. Um es zu bereiten, löſt man kohlenſauern Kalk in Salzſäure auf, dampft die Flüſſigkeit ab, und ſchmelzt zuletzt die trockne Maſſe und gießt ſie geſchmolzen in kupferne Gefäße; ſie erſtarrt nach dem Erkalten und

wird dann in Stücke zerſchlagen und in wohlverſchloſſenen Gefäßen aufbewahrt.

Im Großen gewinnt man das Chlorcalcium aus den Rückſtänden, welche bei der Deſtillation des Salmiaks mit Ätzkalk bleiben; dieſe enthalten nebſt Chlorcalcium noch überſchüſſigen Kalk; um beide von einander zu trennen, löſt man die Maſſe nur in Waſſer auf und dampft dann die Auflöſung, wie bereits erwähnt, ab.

Das Chlorcalcium beſteht aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	36,65
2 At. Chlor	= 442,64		63,35
1 At. Chlorcalcium	= 698,67		100,00

Man wendet das waſſerfreie Chlorcalcium zum Trocknen der Gaſe an und im kryſtalliſirten Zuſtande dient es zur Erzeugung künſtlicher Kälte. (893 und 894) Man gebraucht es ferner zur Entwäſſerung des Weingeiſtes und als Zuſatz zur Weberſchlichte, um dieſelbe feucht zu erhalten. Der ſalzſaure Kalk befördert endlich die Vegetation ungemein.

Bromcalcium.

(Synon. Lat. Calcium bromatum. Franz. Bromure de Calcium.)

1173. Es kryſtalliſirt in prismatiſchen Nadeln, iſt ſehr löslich im Waſſer und Alkohol und zerfließt an der Luft. Es ſchmeckt faſt wie das Chlorcalcium. Erhitzt, fließt es und riecht nach Brom, was zu beweiſen ſcheint, daß eine theilweiſe Zerſetzung Statt findet, und zwar durch Einwirkung der Luft. Es iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	21,53
2 At. Brom	= 932,80		78,47
1 At. Bromcalcium	= 1188,83		100,00

Jodcalcium.

(Synon. Lat. Calcium iodatum. Franz. Iodure de Calcium.)

1174. Man bereitet dieſe Verbindung durch direkte Vereinigung der Jodwaſſerſtoffſäure mit Kalk und nachher-

ges Glühen der trocknen Maſſe in verſchloſſenen Gefäßen; auch aus Jodeiſen und Kalk läßt ſich dieſe Verbindung bereiten. Das Jodcalcium iſt zerfließlich und ſehr auflöslich im Waſſer. Läßt man Joddämpfe über rothglühenden Kalk ſtreichen, ſo entbindet ſich kein Sauerſtoff, was beweiſt, daß das Calcium mehr Anziehung zum Sauerſtoff als zum Jod beſitzt. Es beſteht aus:

1 At. Calcium	= 256,03	oder	14,04
2 At. Jod	= 1566,70		85,96
1 At. Jodcalcium	= 1822,73		100,00

Fluorcalcium.

(Synon. Flußſpath. Lat. Calcium fluoratum. Franz. Fluorure de Calcium.)

1175. Das Fluorcalcium kommt in der Natur häufig und zuweilen in bedeutenden Maſſen vor. Man findet es faſt immer in ſchönen kubiſchen Kryſtallen, die gewöhnlich violett, grün oder gelb ſind. Häufig kommt es in den Erzgängen und vorzüglich in den Blei- und Zinn-Gruben vor. Zuweilen bildet es allein kleine Gänge. Selten nur findet man es in kleinen derben Maſſen, am häufigſten dagegen in zuſammengehäuften Kryſtallmaſſen. Vorzüglich reich ſind die Bleigruben in England; auch in Frankreich kommen bedeutende Maſſen vor in den Departementen de l'Allier und des Puy-de-Dome.

Das Fluorcalcium iſt geſchmacklos, im Waſſer unauflöslich und an der Luft unveränderlich. Es hat ein ſpecif. Gew. von 3,15. Wird es im Tiegel erhitzt, ſo zerkniſtert es und leuchtet mit grünem oder dunkel violetten Lichte, je nach der angewendeten Temperatur. Es beſteht aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	52,27
2 At. Fluor	= 233,80		47,73
1 At. Fluorcalcium	= 489,83		100,00

Man wendet das Fluorcalcium zur Bereitung aller übrigen Fluorverbindungen an; namentlich bereitet man daraus die zum Ätzen des Glaſes jetzt häufig gebrauchte Fluß-

ſäure. Bei einigen Hüttenprozeſſen wird es als Flußmittel benützt, um die Schlackenbildung zu befördern. In manchen Glashütten wird es als Zuſchlag der Fritte beigegeben und bisweilen auch zum Emailliren der eiſernen Kochgeſchirre benützt.

Schwefelcalcium.

(Synon. Schwefelkalk, Kalkſchwefelleber. Lat. Calcium sulphuratum. Calcaria sulphurata. Hepar sulphuris calcareum. Franz. Sulfure de Calcium.)

1176. Man bereitet dieſe Verbindung durch heftiges Glühen eines Gemenges von ſchwefelſauerm Kalk und Kohlenſtaub, wie dieß beim Schwefelbarium erwähnt wurde. Es bildet ſich auch, wenn man Schwefelwaſſerſtoffgas in Waſſer leitet, in welchem Kalk aufgeſchlämmt erhalten wird; das gebildete Sulphurid löſt ſich im Waſſer auf. Die Auflöſung iſt farblos nnd ſchmeckt ſcharf und bitter. Bisher hat man noch nicht verſucht es kryſtalliſirt zu erhalten. Es hat in ſeinem chemiſchen Verhalten Ähnlichkeit mit dem Schwefelkalium.

Da der ſchwefelſaure Kalk ſich in Schwefelcalcium verwandelt, indem ſowohl der Sauerſtoff der Baſis als der Säure frei wird, ſo muß dieſes beſtehen aus:

1 At. Calcium	= 256,03	oder	56,02
1 At. Schwefel	= 201,16		43,98
1 At. Schwefelcalcium	= 457,19		100,00

Läßt man 3 Thl. gelöſchten Kalk und 1 Thl. Schwefelblumen in 20 Thl. Waſſer kochen, ſo erhält man eine orangegelbe Auflöſung, welche, dekantirt und erkaltet, Kryſtalle von waſſerhaltigem Doppelt-Schwefelcalcium abſetzt. Dieſe Kryſtalle ſind vierſeitige lange Prismen mit zweiflächiger Zuſchärfung an den Enden. Sie ſind orange, ſehr auflöslich im Waſſer und verlieren ihre Kryſtalliſationsfähigkeit, wenn die Auflöſung nicht irgend einen feinpulverigen Körper aufgeſchlämmt enthält. Der Geſchmack iſt ſcharf, bitter und

ſchweflicht. Dieſe Kryſtalle laſſen ſich nur im trocknen luftleeren Raum vollkommen entwäſſern.

Selencalcium. (Séléniure de Calcium.)

1177. Das Selencalcium hat man bisher noch nicht im trocknen Zuſtand erhalten, man bereitet es, indem man durch aufgelöſten Kalk Selenwaſſerſtoffſäure ſtreichen läßt. Die Flüſſigkeit iſt farblos, färbt ſich aber bald rothgelb, ſelbſt wenn ſie in Flaſchen wohl verwahrt wird.

Phosphorcalcium. (Phosphure de Calcium.)

1178. Wenn man Phosphordämpfe über Kalk hinſtreichen läßt, der ſich in einer horizontal auf glühenden Kohlen gelegten Glasröhre befindet, die gerade ſo ſtark erhitzt wird, daß das Glas weich zu werden anfängt, ſo verbindet ſich der Phosphor mit dem Kalke unter Luft- und Wärme-Entwicklung. Die erzeugte Verbindung hat faſt die Farbe des Blutſteins, nur etwas heller, aber ſehr lebhaft. Sie läßt ſich leicht pulvern, iſt aber ſtets härter als der angewandte Kalk; der Metallglanz mangelt derſelben. Sie beſteht aus:

1 At. Phosphor	= 196,15	oder	33,52	} 100
1 At. Kalk	= 356,03		64,48	

Wir halten jedoch dieſen Körper nicht für eine Verbindung von Phosphorcalcium und Kalk, ſondern vielmehr für ein Gemenge von Phosphormetall mit phosphorſauerm Kalk, denn man kann dieſelbe ſich vorſtellen, zuſammengeſetzt aus 1 At. neutralen phosphorſauerm Kalk und 5 At. Phosphorcalcium. In dieſem Falle würde Letzteres dann beſtehen aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	56,64
1 At. Phosphor	= 196,15		43,36
1 At. Phosphorcalcium	= 452,18		100,00

Dieſe letztere Anſicht ſteht im Einklange mit der Wirkung, welche das Chlor auf dieſe Verbindung ausübt. Dieſe Reaktion iſt in der Kälte äußerſt ſchwach, aber in der Hitze

wird das Phosphormetall unter ſchwachem Erglühen zerſetzt. Die Zerſetzungsprodukte ſind Chlorphosphor, Chlorcalcium und phosphorſaurer Kalk. Die beiden letztern Körper finden ſich im Rückſtand genau in demſelben Verhältniß als es die Rechnung beſagt.

Die Wärme übt auf das Gemenge von Phosphorcalcium und phosphorſauern Kalk eine ganz eigenthümliche Wirkung: ſie treibt den Phosphor aus und erzeugt den Kalk wieder. Bringt man Waſſer in Berührung mit dieſer Verbindung, ſo entbindet ſich Phosphorwaſſerſtoffgas im Maximo und Waſſerſtoffgas in dem Volumverhältniſſe von 86 zu 14, während ſich ein unterphosphorichtſaures Salz bildet. Der phosphorichtſaure Kalk bleibt unverändert.

Kalkſalze.

1179. Dieſe ſchmecken gewöhnlich bitter und etwas ſcharf, wie die Barytſalze. Sie färben die Alkoholflamme gleich den Strontianſalzen roth. Man unterſcheidet aber die Kalkſalze leicht durch folgendes Verhalten.

Das oxalſaure Ammoniak fällt aus ſehr verdünnten Auflöſung eines Kalkſalzes einen weißen Niederſchlag von oxalſauerm Kalk. Die Sauerkleeſäure entreißt ſelbſt der Schwefelſäure den Kalk.

Das ſchwefelſaure Natron fällt die Kalkſalze, ſowie die Baryt- und Strontianſalze, allein man unterſcheidet ſie von den letztern dadurch, daß eine Gypsauflöſung die Strontianſalze und um ſo viel mehr noch die Barytſalze fällt, während ſie in den Kalkſalzen keinen Niederſchlag hervorbringt.

Chlorſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria chlorica. Franz. Chlorate de chaux.)

1180. Er iſt ſehr zerfließlich, im Waſſer leicht auflöslich, und kryſtalliſirt ſchwierig. Der Alkohol löſt ihn in Menge auf. Er ſchmeckt ſtechend und bitter, und wenn man ihn auf der Zunge zergehen läßt, ſo erzeugt er ſehr fühlbare

Kälte. Man bereitet ihn durch direkte Vereinigung der Chlorſäure mit Kalk. Er beſteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	27,41
1 At. Chlorſäure	= 942,64	—	72,59
1 At. chlorſaurer Kalk	= 1298,67		100,00

Jodſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria iodica. Franz. Iodate de chaux.)

1181. Man bereitet dieſes Salz, indem man Jodſäure direkte mit Kalk vereiniget, oder wenn man ein Kalkſalz mit iodſauerm Kali miſcht; es fällt iodſaurer Kalk nieder, von dem 100 Thl. Waſſer bei 100° C. 0,98 und bei 18° nur 0,22 auflöſen. Er beſteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	14,70
1 At. Säure	= 2066,70	—	85,30
1 At. iodſaurer Kalk	= 2422,73		100,00

Chlorichtſaurer Kalk.

(Synon. Chlorkalk. Lat. Calcaria chlorosa. Franz. Chlorite de chaux. Chlorure de chaux.)

1182. Dieſes Salz kommt im Handel unter dem Namen von Chlorkalk vor. Es wird weiter unten von dieſer Verbindung, ſowie vom chlorichtſauern Kali, Natron und der chlorichtſauern Magneſia in einem beſondern Kapitel die Rede ſeyn.

Schwefelſaurer Kalk.

(Synon. Gyps, Selenit. Lat. Calcaria sulphurica. Franz. Sulfate de chaux.)

1183. Der ſchwefelſaure Kalk kommt in großen Maſſen und häufig in der Natur vor; man findet ihn theils im waſſerfreien Zuſtand, theils auch als Hydrat; im erſten Falle heißt er Muriazit oder Anhydrit, im zweiten aber

Gyps, Alabaſter, Gypsſpath, Fraueneis, Marienglas (Lapis specularis, Glacies mariae).

Der waſſerfreie ſchwefelſaure Kalk kommt nur in den Übergangsgebirgen oder in den unterſten Schichten des Flötzgebirges vor. Es iſt entweder von blättriger Struktur oder man findet ihn kryſtalliſirt in rechtwinklichen Prismen, an denen zwei Seiten vorherrſchend breiter als die übrigen beiden ſind. Er beſitzt ungefähr die Härte des kryſtalliſirten kohlenſauern Kalkes (Kalkſpath) und hat ein ſpezif. Gew. von 2,964. Gewöhnlich iſt er weiß oder graulich, zuweilen auch violett.

Der waſſerhaltige ſchwefelſaure Kalk bildet einen Theil der obern Lager des Flötzgebirges und kömmt häufig in Begleitung von kohlenſauern Kalkmaſſen vor. Sehr oft kommt er auch in den tertiären Gebilden vor, wo er in Begleitung von Thon oder Mergel mehr oder minder ausgedehnte Lager bildet.

Ziemlich häufig iſt der ſchwefelſaure Kalk auch im Waſſer aufgelöſt und macht ſolches dann zum Kochen der Hülſenfrüchte oder zum Waſchen und Bleichen der Wäſche untauglich. Die gypshaltigen Waſſer geben mit Seifenwaſſer einen weißen flockigen, ſehr leichten Niederſchlag von Kalkſeife.

Der waſſerhaltige ſchwefelſaure Kalk kryſtalliſirt in Octaedern oder in ſechsſeitigen Säulen mit dreiſeitiger Zuſpitzung, oder auch in Linſenform von größerem oder geringerm Volum, roſen- oder lanzenförmig zuſammengehäuft.

Die Grundform iſt nach Haüy ein vierſeitiges Prisma mit rhomboidaler Baſis, deſſen Winkel 113° und 67° meſſen. Die Kryſtalle deſſelben ſind zuweilen waſſerhell, bisweilen aber auch roth gefärbt durch eiſenhaltigen Thon. Das ſpezif. Gew. beträgt 2,31. Im Feuer dekrepitirt er, nimmt an Volum zu und blättert ſich. Der Waſſergehalt verdampft und treibt die Blätter, aus denen er beſteht, auseinander. In ſehr großer Hitze ſchmilzt er zu einem weißen Email. Wird er durch gelinde Wärme ſeines Waſſers beraubt, ſo zieht er allmählich daſſelbe aus der Luft wieder an. Wird er im waſſerfreien Zuſtande mit einer größern Waſſermenge

in Berührung gebracht, ſo abſorbirt er daſſelbe ſchnell unter Wärmeentbindung und erſtarrt in wenigen Augenblicken. Das Waſſer löſt $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{250}$ ſeines Gewichtes davon auf; im ſchwefelſäurehaltigen Waſſer iſt er noch löslicher.

Er iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Kalk	=	356,03	oder	41,53	100
1 At. Schwefelſäure	=	501,16	—	58,47	
1 At. ſchwefelſaurer Kalk	=	857,19	—	79,22	100
4 At. Waſſer	=	224,96	—	20,78	
1 At. waſſerhaltiges Salz	=	1082,15			

Der waſſerfreie Gyps wird nicht benützt, um ſo häufiger aber der waſſerhaltige. *) Wird dieſer einer mäßigen Hitze ausgeſetzt und ſeines Waſſers dadurch beraubt, ſo heißt er **gebrannter Gyps**. Man wendet dieſen, ſowie den rohen in der Landwirthſchaft zum Düngen der Wieſen und Kleefelder an. Wir werden weiter unten ausführlicher von den Eigenſchaften und der Bereitung des gebrannten Gypſes ſprechen.

Schweflichtſaurer Kalk.

(Synon. Lat. **Calcaria sulphurosa.** Franz. **Sulfite de chaux.**)

1184. Er iſt ſehr wenig im Waſſer auflöslich und erfordert hierzu 800 Thl. Man erhält ihn durch doppelte Wahlverwandtſchaft oder durch Zerſetzung des kohlenſauern Kalkes mittelſt ſchweflichter Säure; im letztern Falle fällt er als weißes Pulver zu Boden, welches ſich in einem Säureüberſchuß wieder auflöſt; die Auflöſung kryſtalliſirt während des Erkaltens in ſechsſeitigen Priſmen, welche pyramidal zugeſpitzt ſind. Er ſchmeckt nach ſchweflichter Säure; an der

*) Das dünn geſpaltene Fraueneis wird zuweilen anſtatt des Glaſes angewendet; der weiße körnige Gyps (Alabaſter) wird verarbeitet zu Gefäßen, Uhrgehäuſen, Bildhauerarbeiten und Verzierungen aller Art. Die Bearbeitung iſt weit leichter als die des Marmors, wegen ſeiner geringen Härte.

Der Gyps wird ferner zur Darſtellung mehrerer chemiſcher Produkte angewendet, und würde für den chemiſchen Fabrikanten von großer Wichtigkeit ſeyn, wenn man die Schwefelſäure daraus auf eine leichte und wohlfeile Art abſcheiden könnte. A. u. E.

Luft effloreszirt er und verwandelt ſich allmählig in ſchwefelſauern Kalk. Auch in ſtrenger Hitze verwandelt ſich derſelbe in ſchwefelſauern Kalk, indem er Schwefel verliert.

Man wendet den ſchweflichtſauern Kalk an, um den Traubenmoſt zu erhalten, wenn man Traubenzucker oder Syrup bereiten will. Er beſteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	47,02
2 At. Säure	= 401,16	—	52,98
1 At. ſchweflichtſaurer Kalk	= 757,19		100,00

Unterſchweflichtſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria hyposulphurosa. Franz. Hyposulfite de chaux.)

1185. Setzt man eine Auflöſung von Schwefelcalcium der Luft aus, ſo verliert ſie nach und nach ihre Farbe und es fällt Schwefel und kohlenſaurer Kalk nieder. Wird die überſtehende Flüſſigkeit filtrirt und abgedampft, ſo erhält man ſäulenförmige Kryſtalle, welche Ähnlichkeit mit dem kryſtalliſirten Chlorcalcium haben. Dieſe Kryſtalle ſind unterſchweflichtſaurer Kalk, die ſich an der Luft nicht verändern.

Unterſchwefelſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria hyposulphurica. Franz. Hyposulfate de chaux.)

1186. Er kryſtalliſirt in regulär-ſechsſeitigen Tafeln, welche gewöhnlich roſenförmig gruppirt ſind. Der äußern Form nach hat er Ähnlichkeit mit dem unterſchwefelſauern Strontian. Zur Auflöſung erfordert dieſes Salz 0,8 kochendes Waſſer und 2,46 Thl. von 19° C. Der Alkohol löſt es nicht auf, entzieht ihm aber einen Theil ſeines Kryſtallwaſſers. Es ſchmeckt bitter und beſteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	28,30	} 100
1 At. Säure	= 902,32	—	71,70	
1 At. unterſchwefelſaurer Kalk	= 1258,35	—	73,67	
8 At. Waſſer	= 449,92	—	26,33	
1 At. kryſtalliſirtes Salz	= 1708,27		100,00	

Selenichtſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria seleniosa. Franz. Selenite de chaux.)

1187. Iſt im Waſſer unauflöslich, und fällt allmählig in dem Maaße nieder, als man kohlenſauern Kalk in flüſſiger ſelenichter Säure auflöſt. Getrocknet iſt er ein kryſtalliniſches Pulver, welches ſich ſanft anfühlt, wie der kohlenſaure Kalk. In der Rothglühhitze ſchmilzt er, und wird die Schmelzung in einer Glasretorte vorgenommen, ſo wird dieſe ſtark angegriffen und durchlöchert.

Doppelt-ſelenichtſaurer Kalk. (Biselenite de chaux.)

1188. Durch Auflöſen des einfachen Salzes in ſelenichter Säure erhält man das ſaure Salz, welches im Waſſer auflöslich iſt und in kleinen Prismen kryſtalliſirt. Es verändert ſich nicht an der Luft. Durch Ätzammoniak wird ihm die Hälfte Säure entzogen, indem es in einfach ſelenichtſauern Kalk umgewandelt wird. Eine gleiche Wirkung wird durch Hitze hervorgebracht.

Phosphorſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria phosphorica. Franz. Phosphate de chaux.)

1189. Die Phosphorſäure verbindet ſich in verſchiedenen Verhältniſſen mit Kalk und bildet ein neutrales Salz, baſiſche und ſaure Salze. Dieſe phosphorſauern Salze unterſcheiden ſich ganz beſonders, nicht nur von andern phosphorſauern Salzen, ſondern auch von allen übrigen bekannten ſalzartigen Verbindungen. Hätte nicht Berzelius deren Zuſammenſetzung genau unterſucht, ſo könnte man in Verſuchung kommen, dieſe ungewöhnlichen Verbindungsverhältniſſe noch zu bezweifeln.

Gießt man eine Auflöſung von kryſtalliſirtem phosphorſauerm Natron in neutrales aufgelöſtes Chlorcalcium, ſo

entſteht ein leichter Niederſchlag, die Flüſſigkeit verliert ihre Neutralilät, und röthet das Lakmuspapier. Der Niederſchlag hat kryſtalliniſche Beſchaffenheit und iſt nach Berzelius zuſammengeſetzt aus

Phoſphorſäure	=	54,19
Kalk . . .	=	45,81
		100,00

Dieſes Verhältniß nähert ſich ſehr dem Miſchungsverhältniß der übrigen phosphorſauern Salze, denn der Theorie gemäß müßte der neutrale phosphorſaure Kalk folgendermaſſen zuſammengeſetzt ſeyn:

2 At. Kalk	=	712,06	oder	44,38
1 At. Phoſphorſäure	=	892,30	—	55,62
1 At. posphorſaurer Kalk	=	1604,36		100,00

Dieſes Salz iſt im Waſſer unauflöslich, dagegen leicht löslich in Salpeterſäure, Salzſäure und Phosphorſäure. Durch ſtarkes Erhitzen erleidet es keine Veränderung, aber einem Feuer von 378° (?) Wedgwood ausgeſetzt, wird es weich und ſchmilzt zu einem weißen, halbdurchſichtigen Email. Bis jetzt iſt es noch ohne Anwendung.

Zweidrittel-phosphorſaurer Kalk. (Phosphate sesqui-basique.)

Man erhält dieſes baſiſche Salz, wenn man aufgelöſtes Chlorcalcium in phosphorſaures Natron gießt und dafür ſorgt, daß ſtets ein Überſchuß des Letztern vorhanden iſt, damit die Flüſſigkeit nicht ſauer werde; es fällt ein gallertartiges, der Thonerde dem äußern Anſehen nach gleichkommendes baſiſches Salz nieder, welches ſehr ſchwer zu filtriren und auszuſüßen iſt. Nach Berzelius beſteht es aus

3 At. Kalk	=	1068,09	oder	54,49
1 At. Säure	=	892,30	—	45,51
1 At. ⅔ phosphorſaurer Kalk	=	1960,39		100,00

Dieſes baſiſche Salz bildet ganze Hügel zu Logroſan in Eſtremadura; man gebraucht es dort als Bauſtein. Man findet es auch zuweilen in ſechsſeitigen Säulen kryſtalliſirt und dann nennen es die Mineralogen Apatit.

Knochenerde. (Phosphate des os.)

1191. Man kann den phosphorſauern Kalk der Knochen rein darſtellen, wenn man gebrannte Knochen in Salzſäure auflöſt und die Auflöſung durch Ätzammoniak fällt; es entſteht ein gallerartiger Niederſchlag, den man durch Dekantation zuerſt auswäſcht, dann auf einem Filter ſammelt und nach dem Trocknen gut ausglüht.

Dieſes baſiſche Salz iſt pulverig, geſchmacklos, im Waſſer unauflöslich, auflöslich in Salpeterſäure, Salzſäure und Phosphorſäure. In hoher Temperatur backt dieſes Salz zuſammen.

Die Knochenerde iſt ganz dieſelbe Verbindung, welche man durch Fällen des in Säure aufgelöſten phosphorſauern Kalkes mittelſt Ätzammoniak niederſchlägt. Man wendet dieſes Salz als Arzneimittel an, ferner in den Laboratorien zur Bereitung der phosphorſauern Alkalien. Im Großen wendet man es zur Darſtellung des Phosphors an. Es beſteht aus

Phosphorſäure	= 48,32
Kalk	= 51,68
	100,00

Es weicht hinſichtlich der Zuſammenſetzung ſehr von den übrigen baſiſchen phosphorſauern Salzen ab, denn in Atomen ausgedrückt hat man

8 At. Kalk	= 2848,24	oder	51,55
3 At. Säure	= 2676,90	—	48,45
1 At. phosphorſaurer Kalk	= 5525,14		100,00

Anderthalb-phosphorſaurer Kalk. (Sesqui-phosphate de chaux.)

1192. Man erhält dieſes phosphorſaure Salz, wenn man Alkohol in eine Auflöſung von doppeltphosphorſauerm Kalk gießt und den Niederſchlag filtrirt, mit Alkohol auswäſcht und ihn durch Auspreſſen zwiſchen Löſchpapier trocknet. Dieſer Niederſchlag röthet die Lakmustinktur ſtark. In Berührung mit Waſſer zerſetzt es dieſes; ein Theil wird ſauer und bleibt in Auflöſung; der Reſt fällt als baſiſches

Salz zu Boden. Es enthält zweimal ſoviel Säure als die Knochenerde und beſteht aus

4 At. Kalk	= 1424,12	oder	34,73
3 At. Säure	= 2676,90	—	65,27
1 At. anderthalb-phosphorſaurer Kalk	= 4101,02		100,00

Doppelt-phosphorſaurer Kalk. (Biphosphate de chaux.)

1193. Wir haben ſchon oben (225) gezeigt, wie man den doppeltphosphorſauern Kalk erhält, um ihn aber ganz rein darzuſtellen, darf man auf die gebrannten und pulveriſirten Knochen nicht mehr als den dritten Theil ihres Gewichtes Schwefelſäure gießen, damit kein Überſchuß davon vorhanden ſey. Beim Abdampfen der Auflöſung kryſtalliſirt dieſes ſaure Salz in kleinen glimmerartigen Blättchen. In dieſem Zuſtande löſt es ſich, ohne zerſetzt zu werden, in Waſſer auf und röthet Lakmus ſtark. In der Hitze bläht es ſich auf und ſchmilzt zu einem weißen, durchſichtigen Glaſe, unauflöslich im Waſſer und in den Säuern und auf die Lakmustinktur nicht reagirend. Es enthält

1 At. Kalk	= 356,03	oder	28,52
1 At. Säure	= 892,30	—	71,48
1 At. doppelt-phosphorſaures Salz	= 1248,33		100,00

Man wendet dieſe Verbindung zur Bereitung des Phosphors an.

Unterphosphorichtſaurer Kalk.

(Synon. Calcaria hypophosphorosa. Franz. Hypophosphite de chaux.

1194. Fügt man zu kochender Kalkmilch nach und nach Phosphor in kleinen Portionen, ſo wird dieſes Salz gebildet, was Roſe näher unterſucht hat. Man trennt es vom Kalküberſchuß durch Kohlenſäure. Die in der Wärme abgedampfte Auflöſung kryſtalliſirt in rechtwinklich-vierſeitigen Prismen, ähnlich dem Gypſe. Es ſcheint dieſes Salz ſowohl in der Kälte, als in der Wärme gleich löslich zu ſeyn. Vom

Alkohol wird es nicht aufgelöſt. Es verkniſtert im Feuer, obſchon es 18 Proz. Kryſtallwaſſer enthält. Wird es durch Abdampfen unter dem Rezipienten der Luftpumpe bei gewöhnlicher Temperatur dargeſtellt, ſo verkniſtert es nicht, allein dann enthält es 22 Prozente Kryſtallwaſſer.

Die Salpeterſäure verwandelt es in doppelt-phosphorſaures Salz; dieſelbe Wirkung äußert die Luft bei Rothglühhitze. Durch mäßiges Erhitzen geht es in neutrales phosphorſaures Salz über, während ſich ſelbſtentzündliches Phosphorwaſſerſtoffgas entbindet. Das im Rückſtand erhaltene Salz iſt durch einen rothen phosphorhaltigen Stoff gefärbt, deſſen Natur man noch nicht genau kennt.

Salpeterſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria nitrica. Franz. Nitrate de chaux.)

1195. Dieſes Salz findet ſich vermengt mit vielen andern Salzen in der rohen Salpetererde. Rein bereitet man es durch Auflöſen des kohlenſauern Kalks in Salpeterſäure, indem man die erhaltene Auflöſung bis zur Syrupdicke abdampft und durch Abkühlen kryſtalliſiren läßt, was jedoch nur ſchwierig Statt findet. Alkoholauflöſungen kryſtalliſiren leichter. Die Kryſtalle ſind ſechsſeitige Säulen, welche ſich in langen Pyramiden endigen; meiſtens aber ſind es nur lange glänzende Nadeln.

Der ſalpeterſaure Kalk ſchmeckt ſehr ſcharf und bitter und löſt ſich äußerſt leicht im Waſſer auf. Ein Theil Waſſer löſt bei 16° C. vier Theile davon auf; im kochenden Waſſer iſt es noch löslicher. Vom kochenden Alkohol bedarf er ſein eigenes Gewicht zur Auflöſung. Es deliqueszirt außerordentlich, denn kaum iſt die Luft damit in Berührung gekommen, ſo zerfließt es ſchon. Erhitzt, kommt es in den wäſſrigen Fluß, ſein Kryſtallwaſſer verdampft, es wird eine trockne Maſſe und dieſe iſt fähig im Dunkeln zu leuchten. Mit brennbaren Körpern detonirt es nur ſchwierig.

1 At. Kalk	= 356,03	oder	34,46
1 At. Salpeterſäure	= 677,02	—	65,54
1 At. ſalpeterſaurer Kalk	= 1033,05		100,00

Der in der Salpetererde befindliche ſalpeterſaure Kalk wird durch kohlenſaures Kali in den Salpeterhütten in ſalpeterſaures Kali verwandelt; man könnte daſſelbe auch zum Trocknen der Gaſe anwenden.

Arſenikſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria arsenicica. Franz. Arseniate de chaux.)

1196. Der arſenikſaure Kalk iſt im Waſſer unauflöslich; man bereitet ihn indem man aufgelöſtes arſenikſaures Kali in eine Chlorcalciumauflöſung gießt, oder durch Zerſetzung des kohlenſauern Kalk's mittelſt Arſenikſäure. Durch einen Säureüberſchuß wird es aufgelöſt. Es beſteht aus

2 At. Kalk	= 712,06	oder	33,07	100
1 At. Arſenikſäure	= 1440,77	—	66,93	
1 At. waſſerfreier arſenikſ. Kalk	= 2152,83	—	76,01	100
12 At. Waſſer	= 674,88	—	23,99	
1 At. waſſerhaltiges Salz	= 2827,71			

Man findet dieſes Salz in der Natur als Pharmakolith.

Kieſelſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria silicica. Franz. Silicate de chaux.)

1197. Der arſenikſaure Kalk findet ſich in der Natur; die deutſchen Mineralogen nennen ihn Tafelſpath und die franzöſichen Wollaſtonit. Man wendet ihn zur Bereitung des Glaſes an. Der Tafelſpath iſt ſchmelzbar; er kommt gewöhnlich in grobfaßrigen Maſſen vor, mit ſchwachem Perlmutterglanz, und ſpaltbar in der Richtung der Seiten eines rechtwinklichen oder geſchobenen Prismas. Das ſpezif. Gew. beträgt 2,86; gewöhnlich iſt es weiß. Er iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	47
2 At. Kieſelſäure	= 385,20	—	53
1 At. Tafelſpath	= 741,23		100

Kohlenſaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria carbonica. Franz. Carbonate de chaux.)

1198. Der kohlenſaure Kalk kommt nicht allein ſehr häufig und in großen Maſſen in der Natur vor, ſondern wird auch ſehr mannigfaltig angewendet. Man trifft ihn in den älteſten Gebirgen bis herauf zu den jüngſten in allen Formationen. In den neueſten Erdſchichten bildet er mächtige Lager, und in den übrigen ganze Berge und ſelbſt Gebirgszüge oder Ablagerungen von ſehr großer Ausdehnung. Auch im Thierreiche iſt der kohlenſaure Kalk nicht ſelten, indem daraus die Gehäuſe vieler Weichthiere, die Eier- und Krebsſchalen, Krebsaugen ꝛc. beſtehen; auch die Korallen ſind kohlenſaurer Kalk.

Der neutrale kohlenſaure Kalk des Mineralreichs wird nach Verſchiedenheit ſeines Aggregatzuſtandes ſeiner Reinheit, ſeiner Bildungsweiſe ꝛc. Kalkſpath, Marmor, Urkalk, Tropfſtein, dichter Kalkſtein, lithographiſcher Stein, Rogenſtein, Erbſenſtein, Kreide, Kalktuff genannt.

Er findet ſich in ſehr mannigfaltigen Kryſtallformen, die aber alle durch Spaltung auf ein ſtumpfes Rhomboeder zurückgeführt werden können, deſſen Winkel 101,5° und 78,5° meſſen. Das ſpezif. Gew. iſt 2,7. Im reinen Waſſer iſt er unauflöslich, iſt daſſelbe aber mit Kohlenſäure geſättigt, ſo löſt er ſich darin auf. Wird dieſe Auflöſung erhitzt, ſo entbindet ſich die überſchüſſige Kohlenſäure und der neutrale kohlenſaure Kalk fällt nieder; auch durch Umrühren oder ſchon durch Stehen an der Luft wird derſelbe nach und nach aus der Auflöſung gefällt. *)

---

*) Auf ſolche Weiſe bildet ſich der Tropfſtein in den Kalkhöhlen, der Kalkſinter am Rande kalkhaltiger Quellen, der Pfannenſtein oder Keſſelſtein in Gefäſſen, worin kalkhaltiges Waſſer gekocht wird ꝛc.; dieſe Waſſer werden durch Kochen ſtets weicher. A. u. E.

In ſtarker Hitze verliert dieſes Salz ſeine Kohlenſäure und läßt den Kalk als Rückſtand. Bringt man aber Kreide in einen Flintenlauf, der nach der Füllung feſt verſchloſſen wird und glüht nun anhaltend und heftig, ſo kann die Kohlenſäure ſich nicht entfernen und bleibt mit dem Kalke verbunden; die Verbindung ſchmilzt, kryſtalliſirt während des Erkaltens und hat dann im Bruche ganz das Anſehen des Marmors. Der kohlenſaure Kalk beſteht aus

1 At. Kalk	=	356,03	oder	56,39
1 At. Kohlenſäure	=	275,32	—	43,61
1 At. kohlenſaurer Kalk	=	631,35		100,00

Man gebraucht denſelben nach Verſchiedenheit ſeines Aggregatzuſtandes hauptſächlich: 1.) den Marmor zu Bildhauerarbeiten, zu architektoniſchen Zwecken, zu Zierrathen und Gegenſtänden mannigfaltiger Art z. B. zu Tiſchplatten (zu dem Ende wird er in ſogenannten Marmormühlen geſchnitten, geſchliffen und polirt); zur Bereitung reiner Kohlenſäure iſt der Urkalk oder weiße Marmor allen übrigen kohlenſauern Kalkarten vorzuziehen, weil man ſie daraus frei von bituminöſen Geruch erhält; auch zur Darſtellung aller Kalkpräparate z. B. des Chlorkalks ꝛc. iſt der weiße gebrannte Marmor ganz beſonders zu empfehlen. 2.) der dichte Kalkſtein wird als Bauſtein (aber nicht zu Feuermauern) in Ermanglung eines härtern Materials zum Chauſſeebau, zum Brennen, als Zuſchlag beim Erzſchmelzen vorzüglich in den Eiſenhütten ꝛc. angewendet. 3.) Die Kreide wird auch zuweilen als Bauſtein (in der Champagne) zum Kalkbrennen, in den Glashütten als Zuſatz zur Fritte, zum Schreiben, Zeichnen, zum Anſtreichen, Putzen ꝛc. gebraucht. 4.) Der lithographiſche Stein, ein ſehr dichter, durch die ganze Maſſe gleichartiger und wegen Thon- und Kieſelerdegehalt ziemlich harter kohlenſaurer Kalk wird, wie ſchon der Name beſagt zum Steinſchreiben gebraucht.

Capitel VII.

Magneſium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Brom und Jod; Magneſiaſalze, welche durch nicht-metalliſche Mineralſäuern gebildet werden.

Buſſy hat in der neuſten Zeit das Magneſium durch daſſelbe Mittel, deſſen ſich Wöhler zur Bereitung des Aluminiums bediente, dargeſtellt. Dieſes Metall zerſetzt das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur nicht.

Magneſiumoxyd.

(Synon. Magneſia, Bittererde, Talkerde. Lat. Magnesium oxydatum, Magnesia. Franz. Oxyde de Magnesium, Magnesie.)

1199. Die Magneſia iſt weiß, pulverförmig, ſanft anzufühlen, geruchlos und ohne merklichen Geſchmack. Obgleich ſie im Waſſer faſt unauflöslich iſt, ſo färbt ſie doch den Veilchenſyrup grün. Das ſpezif. Gew. iſt 2,3. Im Eſſenfeuer iſt ſie unſchmelzbar. An der Luft zieht ſie nach und nach Kohlenſänre an. Dieſes Oxyd findet ſich nicht rein in der Natur; man erhält es durch Fällen der ſchwefelſauern Magneſia mittelſt Ätzkali, wodurch die Magneſia als Hydrat niedergeſchlagen wird, welches man auswäſcht, trocknet und glüht. Das einfachſte und wohlfeilſte Verfahren beſteht darin, daß man die ſchwefelſaure Magneſia durch kohlenſaures Kali fällt und den aus kohlenſaurer Magneſia beſtehenden Niederſchlag durch Glühen zerſetzt.

Die reine Magneſia beſteht aus

1 At. Magneſium	= 158,36	oder	61,29
1 At. Sauerſtoff	= 100,00	—	38,71
1 At. Magneſiumoxyd	= 258,36		100,00

Man wendet es in der Medizin als Purgirmittel an, ſo wie auch zur Abſorption der Magenſäure. Gegen Vergiftung mit Säuren iſt es ebenfalls ſehr empfehlenswerth.

Magneſiahydrat. (Hydrate de Magnesie.)

1200. Magneſiahydrat findet man rein in der Natur, und zwar in kleinen Gängen im Serpentin zu Hobocken in New-Jerſey. Es hat Perlmutterglanz, iſt ſanft anzufühlen und blendend weiß; im Bruche iſt es blättrig oder ſtrahlig und hat ein ſpezif. Gew. von 2,63. In Säuren iſt es auflöslich. Es beſteht aus

1 At. Magneſia	= 258,36	oder	69,68
2 At. Waſſer	= 112,58	—	30,32
1 At. Magneſiahydrat	= 370,84		100,00

Chlormagneſium.

(Synon. Salzſaure Magneſia. Lat. Magnesium chloratum. Magnesia muriatica. Franz. Chlorure de Magnesium.)

1201. Erhitzt man Magneſia und leitet Chlorgas darüber, ſo entbindet ſich der Sauerſtoff und Magneſiumchlorid wird erzeugt. Dieſe Verbindung iſt ungemein bitter und ſehr auflöslich im Waſſer, von dem es nur die Hälfte ſeines Gewichtes bedarf; an der Luft zerfließt es. Der Alkohol löſt nur die Hälfte ſeines Gewichtes davon auf.

Erhitzt man das Hydrat dieſer Verbindung, ſo wird das Waſſer zerſetzt, der Waſſerſtoff vereinigt ſich mit dem Chlor und geht als Salzſäure fort, während der Sauerſtoff an das Magneſium tritt und als Magneſia zurückbleibt. Waſſerfrei erhält man das Chlorid, wenn man Chlor über trockne, in einer Porzellanröhre bis zur Rothglut erhitzte Magneſia ſtreichen läßt. Will man aufgelöſtes Chlormagneſium haben,

ſo darf man nur kohlenſaure Magneſia in Salzſäure auflöſen. *) Es enthält

1 At. Magneſium	= 158,36	oder	26,36
2 At. Chlor	= 221,32	—	73,64
1 At. Chlormagneſium	= 279,68		100,00

Jodmagneſium.

(Synon. Lat. **Magnesium iodatum.** Franz. **Iodure de Magnesium.**)

1202. Noch hat man es nicht im waſſerfreien Zuſtand dargeſtellt, denn ſobald die waſſerhaltige Verbindung erhitzt wird, ſo tritt der Waſſerſtoff an das Jod und beide verflüchtigen ſich, während die Magneſia zurückbleibt. Als Hydrat erhält man es äußerſt einfach und leicht durch Vermiſchen der Jodwaſſerſtoffſäure mit kohlenſaurer Magneſia. Dieſe Verbindung iſt ſehr zerfließlich und kryſtalliſirt nur ſchwierig; ſie enthält

1 At. Strontium	= 158,36	oder	9,12
2 At. Jod	= 1566,70	—	90,88
1 At. Jodcalcium	= 1725,06		100,00

Brommagneſium.

(Synon. Lat. **Magnesium bromatum.** Franz. **Bromure de Magnesium.**)

1203. Man bereitet es indem man Bromeiſen in heißem Waſſer auflöſt und mit reiner Magneſia zuſammenbringt. Es beſteht aus

1 At. Magneſium	= 158,36	oder	14,5
2 At. Brom	= 932,80	—	85,5
1 At. Brommagneſium	= 1091,16		100,0

Es kryſtalliſirt in nadelförmigen Prismen und iſt ſehr auflöslich im Alkohol und Waſſer. An der Luft zerfließt es.

*) Aufgelöſtes Chlormagneſium kommt gewöhnlich in den Salzſoolen und dem Meerwaſſer vor; nachdem das Kochſalz daraus gewonnen wurde, bleibt daſſelbe in der Mutterlauge zurück, und wird nun zur Bereitung der kohlenſauern Magneſia, ſowie des Bitterſalzes angewendet. A. u. E.

Es hat einen kühlenden und bittern Geſchmack. In der Hitze wird es zerſetzt in Bromwaſſerſtoffſäure und Magneſia, indem das darin enthaltene Waſſer in ſeine Beſtandtheile zerfällt. Waſſerfrei läßt es ſich auf ähnliche Weiſe wie das Chlormagneſium darſtellen.

Schwefelmagneſium.

(Synon. Lat. **Magnesium sulphuratum.** Franz. **Sulfure de Magnesium.**)

1204. Nach **Berthier** kann man das Schwefelmagneſium bereiten, wenn man in einen mit Kohle gefütterten Tiegel ſchwefelſaure Magneſia heftig glüht. Iſt überſchüſſige Kohle mit dem Bitterſalz gemengt, ſo bildet ſich kein Schwefelmetall, ſondern der Schwefel entbindet ſich und es bleibt nur Magneſia als Rückſtand.

Magneſiaſalze.

1205. Die Magneſiaſalze ſind meiſtens im Waſſer auflöslich; ſie ſchmecken unangenehm bitter. Durch die kohlenſauern Alkalien werden ſie unvollkommen gefällt; gar nicht aber werden ſie von den doppeltkohlenſauern Alkalie' niedergeſchlagen. Die neutralen Magneſiaſalze werden von Ammoniak nur zum Theil präzipitirt; kein Niederſchlag erfolgt durch Ammoniak, wenn man die Auflöſungen verdünnt und mit Säure überſättigt oder etwas ſchwefelſaures, ſalpeterſaures oder ſalzſaures Ammoniak zuſetzt. In dieſen Fällen bildet ſich ein auflösliches Doppelſalz von Magneſia und Ammoniak.

Das empfindlichſte Reagens auf Magneſia iſt das phosphorſaure Ammoniak mit überſchüſſiger Baſis; es bildet ſich in dieſem Falle ein Niederſchlag von phosphorſaurer Magneſia und Ammoniak, welcher in überſchüſſigem phosphorſauerm Ammoniak durchaus unauflöslich iſt, dagegen ſich im reinen Waſſer etwas auflöſt.

Mengt man die Magneſiaſalze mit etwas ſalpeterſaurem Kobalt und erhitzt ſie vor dem Löthrohr bis zur Rothglut, ſo werden ſie blaß roſenfarb, wenn nicht andre Baſen zugegen ſind.

Chlorſaure Magneſia.

(Synon. Lat. Magnesia chlorica. Franz. Chlorate de Magnesie.)

1206. Dieſes Salz iſt bitter, zerfließlich und ſehr auflöslich im Waſſer, kryſtalliſirt aber nur ſchwierig. Man bereitet es durch Sättigung der Chlorſäure mittelſt kohlenſaurer Magneſia. Es beſteht aus

1 At. Magneſia	=	258,36	oder	21,51
1 At. Chlorſäure	=	942,64	—	78,49
1 At. chlorſaure Magneſia	=	1201,00		100,00

Schwefelſaure Magneſia.

(Synon. Bitterſalz, engliſches, epſomer, ſedlitzer, ſeidſchützer Salz. Lat. Magnesia sulphurica, Sal amarum, Sal anglicum. Franz. Sulfate de magnesie, Sel amer.)

1207. Die ſchwefelſaure Magneſia kryſtalliſirt in vierſeitigen Säulen mit vierſeitiger Zuſpitzung; die Kryſtalle enthalten 51,4 Prozent Kryſtallwaſſer; das Salz ſchmeckt bitter und hat ein ſpezif. Gew. von 1,66. Im Waſſer iſt es ſehr auflöslich; 100 Thl. deſſelben löſen bei 14½° 33,7 Thl. und bei 97° 72,3 Thl. davon auf. An der Luft verwittert es und zerfällt zu Staub. Erhitzt, kommt es in den wäſſrigen Fluß, verliert ſein Kryſtallwaſſer und zerſetzt ſich nicht, wenigſtens erleidet es nur bei ſehr hoher Temperatur eine partielle Zerſetzung.

Dieſes Salz findet ſich hauptſächlich in mehreren Mineralquellen wie z. B. in denen zu Sedlitz, zu Epſom, in Eger und in Seidſchütz. Um es aus dieſen Mineralwaſſern abzuſcheiden, dampft man dieſe bis zum Erſcheinen eines Salzhäutchens ab, wodurch die erkaltende Flüſſigkeit in kleinen nadelförmigen Kryſtallen anſchießt, welche man von der Mutterlauge ſondert und in den Handel liefert.

In Italien gewinnt man die ſchwefelſaure Magneſia aus ſchwefelkieshaltigem Talkſchiefer. Man ſchichtet dieſe Schiefer in Haufen zuſammen und läßt ſie mehrere Mo-

nate lang der freien Luft ausgeſetzt, indem man ſie von Zeit zu Zeit begießt. Das Schwefeleiſen verwandelt ſich dadurch in ſchwefelſaures Eiſen, deſſen Säure aber dann größerer Anziehung wegen mit der Magneſia des Talkſchiefers ſich verbindet und Bitterſalz bildet. Man darf annehmen, daß die Bitterſalzerzeugung beendigt iſt, wenn dieſes auf der Oberfläche der Haufen auswittert. Nun laugt man die verwitterte Maſſe aus und fügt ſo viel Kalkmilch zur Salzlauge als zur Fällung des wenigen aufgelöſten Eiſens erforderlich iſt. Man läßt die Flüſſigkeit hierauf ſich abklären und dann wird ſie abgedampft, wodurch der noch aufgelöſte Gyps abgeſchieden wird. Die konzentrirte, Bitterſalz enthaltende Auflöſung liefert nun beim Erkalten das kryſtalliſirte Salz. Durch wiederholtes Umkryſtalliſiren kann man es ganz rein erhalten.

In der neuſten Zeit fand man an vielen Orten ein Doppelſalz von kohlenſauerm Kalk und Magneſia, Dolomit von den Mineralogen genannt, welches man früherhin für gewöhnlichen Kalk hielt. Wo ſich dieſe Verbindung findet, läßt ſich Henrys Verfahren zur Bereitung des Bitterſalzes anwenden, wenn dieſe Fabrikation von einiger Bedeutung werden könnte. Man glüht zu dem Endzweck das Doppelſalz, wodurch es in Kalk und Magneſia verwandelt wird und behandelt dann das Gemenge mit Schwefelſäure oder ſchwefelſauerm Eiſen. Es entſteht dadurch unauflöslicher ſchwefelſaurer Kalk und auflösliches Bitterſalz, welches man kryſtalliſiren läßt. *) Dieſes Salz beſteht aus

*) Der Dolomit kommt auch in Deutſchland ſehr häufig vor und läßt ſich ſehr leicht von dem gewöhnlichen Kalk durch ſeine kryſtalliniſch körnige Textur unterſcheiden. Vorzüglich findet man ihn in Baiern und Würtemberg in groſſen Maſſen. Mit Vortheil läßt ſich derſelbe hauptſächlich dann zur Bitterſalzfabrikation anwenden, wenn man die darin enthaltene Kohlenſäure zugleich benützen kann. Man treibt dieſelbe durch Schwefelſäure aus und erhält dann, wie oben erwähnt, Gyps und Bitterſalz. — Aus den, Chlormagneſium enthaltenden Salzſoolen bereitet man häufig Bitterſalz, indem man daſſelbe durch Schwefelſäure zerſetzt und dann zugleich Salzſäure als Nebenprodukt erhält. Da das Chlormagneſium ſtets noch mit etwas Kochſalz vermengt iſt, ſo erhält man außer der ſchwefelſauern Magneſia auch ſchwefelſaures Natron als Rückſtand. Man kann auch aus der Mutterlauge der Salzſoolen, welche Chlormagneſium enthalten, Bitterſalz gewinnen, wenn man ſie mit ſchwefelſauerm Natron vermengt und bei niedriger, 50° C., nicht

1 At. Magneſia	= 258,36	oder	34,02
1 At. Schwefelſäure	= 501,16	—	65,98
1 At. ſchwefelſaure Magneſia	= 759,52		100,00

Man wendet dieſes Salz als Arzneimittel häufig an und gebraucht es auch zur Bereitung der kohlenſauern Magneſia.

Schweflichtſaure Magneſia.

(Synon. Lat. **Magnesia sulphurosa.** Franz. **Sulfite de Magnesie.**)

1208. Man bereitet dieſes Salz, indem man kohlenſaure Magneſia durch ſchweflichte Säure zerſetzt; es bildet ſich ein weißes Pulver, welches ſich jedoch in einem Überſchuß von Säure wieder auflöſt. Läßt man dieſe Auflöſung an der Luft ſtehen, ſo verflüchtigt ſich der Säureüberſchuß und es bilden ſich durchſichtige weiße Tetraeder. Es ſchmeckt dieſes Salz anfangs ſüßlich und erdig, nachher aber ſchweflich; an der Luft wird es undurchſichtig, verwandelt ſich aber nur ſehr langſam in ſchwefelſaures Salz. Zur Auflöſung bedarf es bei 16° C. 20 Thl. Waſſer und iſt im heißen Waſſer löslicher als im kalten. Im aufgelöſten Zuſtand verwandelt es ſich ſchnell in ſchwefelſaure Magneſia. Wird es erhitzt, ſo erweicht es, bläht ſich auf und nimmt die Konſiſtenz einer dicken Gummimaſſe an, indem es 45 Prozent an Gewicht verliert. In ſtarker Hitze verflüchtigt ſich die Säure und die Magneſia bleibt rein zurück.

Unterſchwefelſaure Magneſia.

(Synon. Lat. **Magnesia hyposulphurica.** Franz. **Hyposulfate de magnesie.**)

1209. Man erhält dieſes Salz durch doppelte Zerſetzung der ſchwefelſauern Magneſia mittelſt unterſchwefelſauern Baryt; es kryſtalliſirt in ſechsſeitigen luftbeſtändigen Priſmen,

---

überſteigender Temperatur abdampft. Es ſcheidet ſich dadurch das ſich bildende Kochſalz aus, während Bitterſalz in der Auflöſung bleibt. So verfährt man in Schönebeck bei Magdeburg. A. u. E.

welche ungemein bitter ſchmecken. Die Kryſtalle ſchmelzen in ihrem eignen Waſſer. Zur Auflöſung ſind 0,85 Waſſer von 13° C. nöthig. Es beſteht aus

1 At. Magneſia	= 258,36	oder	22,27
1 At. Säure	= 902,32	—	77,73
1 At. unterſchweflichtſaures Salz	= 1160,68		100,00

Im kryſtalliſirten Zuſtand enthält es 36,75 Prozente oder 12 At. Kryſtallwaſſer.

Phoſphorſaure Magneſia.

(Synon. Lat. Magnesia phosphorica. Franz. Phosphate de Magnesie.)

1210. Man bereitet dieſe durch Auflöſen der kohlenſauern Magneſia in Phoſphorſäure; die Auflöſung wird dann abgedampft und kryſtalliſirt durch Abkühlung. Fourcroy miſcht, um ſchöne und regelmäßige Kryſtalle zu erhalten, gleiche Theile einer wäſſrigen Auflöſung von phosphorſaurem Natron und ſchwefelſaurer Magneſia. Anfangs zeigt ſich in dem Gemenge keine Veränderung, allein nach einigen Stunden ſchießen in der Flüſſigkeit große durchſichtige Kryſtalle von phoſphorſaurer Magneſia an. Es kryſtalliſirt dieſes Salz in ſechsſeitigen Säulen mit ungleichen Seitenflächen. Es ſchmeckt kühlend und angenehm. In 15 Thl. kaltem und in viel weniger heißem Waſſer iſt es auflöslich. An der Luft verwittert es und zerfällt in Staub. In mäßiger Wärme verliert es ſein Kryſtallwaſſer und effloreszirt ebenfalls; in höherer Temperatur ſchmilzt es zu einem durchſichtigen Glaſe. Es enthält

2 At. Magneſia	= 516,72	oder	36,67
1 At. Phoſphorſäure	= 892,30	—	63,33
1 At. phoſphorſaure Magneſia	= 1409,02		100,00

Phoſphorichtſaure Magneſia.

(Synon. Lat. Magnesia phosphorosa. Franz. Phosphite de Magnesie.)

1211. Da dieſes Salz auflöslich iſt, ſo läßt es ſich nur durch direkte Vereinigung der phoſphorichten Säure und

der Magneſia bereiten. Dampft man es im luftleeren Raum ab, ſo bildet es kryſtalliniſche Kruſten, welche viel mehr Kryſtallwaſſer als der phosphorichtſaure Baryt und Kalk enthalten. Erhitzt, giebt es zuerſt Waſſerſtoff und dann Phosphorwaſſerſtoffgas, indem ein bräunlich gelbes phosphorſaures Salz zurückbleibt. Dieſe Zerſetzung findet unter ſchwachem Erglühen Statt, was gewöhnlich bei andern phosphorichtſauern Salzen nicht bemerkbar iſt.

Unterphosphorichtſaure Magneſia. (Hypophite de magnesie.)

1212. Da der Phosphor bei Anweſenheit des Waſſers auf die Magneſia nicht einwirkt, ſo bereitet man dieſes Salz indem man unterphosphorichtſauern Kalk mit überſchüſſiger ſauerkleeſaurer Magneſia lange kochen läßt. Man filtrirt die Flüſſigkeit, dampft ab, und läßt das Salz kryſtalliſiren; die erhaltenen regulären Octaeder enthalten 54 Proz. Kryſtallwaſſer. Erhitzt liefert es Waſſer, ſelbſtentzündliches Phosphorwaſſerſtoffgas und als Rückſtand bleibt rothgefärbte phosphorſaure Magneſia.

Salpeterſaure Magneſia.

(Synon. Lat. Magnesia nitrica. Franz. Nitrate de Magnesie.)

1213. Dieſes Salz exiſtirt in der Natur und iſt in der Salpetererde enthalten; um es darzuſtellen behandelt man das kohlenſaure Salz mit Salpeterſäure.

Die ſalpeterſaure Magneſia ſchmeckt äußerſt bitter, iſt ſehr zerfließlich und mithin im Waſſer ſehr auflöslich; bei 16° löſt daſſelbe ungefähr ſein eignes Gewicht davon auf. Alkohol von 0,84 ſpezif. Gew. löſt ungefähr den neunten Theil ſeines Gewichtes auf. Sie kryſtalliſirt in rhomboidalen Prismen, zuweilen auch in zuſammengehäuften Nadeln. Das ſpezif. Gew. beträgt 1,73. An der Luft zieht ſie Feuchtigkeit an und im Feuer ſchmilzt ſie anfänglich in ihrem Kryſtallwaſſer, bei fortgeſetztem Erhitzen aber zerfällt ſie zu Pul-

ver. In ſehr ſtrenger Hitze zerſetzt ſich dieſes Salz gänzlich; es beſteht aus

1 At. Magneſia	= 258,36	oder	27,61
1 At. Salpeterſäure	= 501,16	—	72,39
1 At. ſalpeterſaure Magneſia	= 759,52		100,00

Man verwandelt die ſalpeterſaure Magneſia durch kohlenſaures Kali in Salpeter und benützt dieſelbe auf ſolche Weiſe zur Salpetergewinnung.

Arſenikſaure Magneſia.

(Synon. Lat. Magnesia arsenicica. Franz. Arseniate de Magnesie.)

1214. Wenn man die Arſenikſäure mittelſt kohlenſauſaurer Magneſia ſättigt, ſo erhält man eine dicke, geronnene Flüſſigkeit; durch überſchüſſig zugefügte Säure kann man dieſe Maſſe wieder auflöſen; wird dieſe abgedampft, ſo erhält man eine gummiähnliche, unkryſtalliſirbare Maſſe. Erhitzt verhält ſich dieſes Salz wie das arſenikſaure Kali. Es iſt zuſammengeſetzt aus

2 At. Magneſia	= 516,72	oder	26,40
1 At. Arſenikſäure	= 1440,72	—	73,60
1 At. arſenikſ. Magneſia	= 1957,44		100,00

Borſaure Magneſia.

(Synon. Borazit. Lat. Magnesia boracica. Franz. Borate de Magnesie.)

1215. Man bereitet es durch direkte Vereinigung der Magneſia mit Borſäure. Durch Abdampfen der Auflöſung erhält man kleine unregelmäßige Kryſtalle. Dieſes Salz ſchmilzt im Feuer ohne ſich zu zerſetzen und iſt in der Eſſigſäure auflöslich.

Man findet es als Borazit in der Natur in weißen, bald trüben, bald durchſichtigen Kryſtallen, die ſo hart ſind, daß ſie Glas ritzen und mit dem Stahl Feuer geben. Es wiegt dann 2,56. Die trüben Kryſtalle ſcheinen kalkhaltig zu ſeyn, während die durchſichtigen ganz reine borſaure

Magneſia ſind. Dieſes Mineral kommt in Würfeln mit abgeſtumpften Kanten und vier abgeſtumpften Ecken vor. Erwärmt man dieſelben, ſo werden ſie elektriſch, und verkniſtern zuletzt indem ſie ihren Glanz verlieren, ohne jedoch merklichen Gewichtsverluſt zu erleiden. In ſehr ſtarker Hitze ſchmelzen ſie zu gelbem Glaſe. Die Säure des Borazits enthält dreimal ſoviel Sauerſtoff als die Baſis.

Kieſelſaure Magneſia. (Silicates de Magnesie.)

1216. Man kennt viele hieher gehörige Verbindungen, die in der Natur vorkommen, nämlich:

1.) Den Marmolith, welcher aus 1 At. kieſelſaurer Magneſia und 1 At. Waſſer beſteht.

2.) Den edlen Serpentin, der 2 At. anderthalb-kieſelſaure Magneſia und 1 At. Waſſer enthält.

3.) Den Pyrallolith oder die zweifach kieſelſaure Magneſia.

4.) Den gemeinen Serpentin, der aus dreifach-kieſelſaurer Magneſia zu beſtehen ſcheint.

5.) Den Speckſtein und Talk, dieſer iſt hydratiſche dreifach-kieſelſaure Magneſia; hierher iſt auch der Meerſchaum zu zählen.

6.) Den Magneſit, der aus 1 At. dreifach kieſelſaurer Magneſia und 2 At. Waſſer zuſammengeſetzt iſt. *)

Unter dieſen kieſelſauern Salzen iſt nur eines, welches in chemiſcher Hinſicht eine wichtige Anwendung findet, nämlich der Magneſit, der in Piemont zur Porzellanfabrikation gebraucht wird.

---

*) Es giebt noch mehrere Magneſiaſilikate in der Natur, die aber nicht rein, ſondern mit kieſelſauerm Eiſen, Kalk und Thonerde verbunden ſind; hierher gehören z. B. Chlorit, Topfſtein, Hornblende, Grammatit, Asbeſt, Amianth, Bergkork, Pyrop, Chryſolith ꝛc. A. u. E.

Kohlenſaure Magneſia.

(Synon. Magneſia (des Handels). Lat. Magnesia carbonica. Magnesia alba. Franz. Carbonate de Magnesie.)

1217. Man kennt zwei Verbindungen der Kohlenſäure mit Magneſia: die eine iſt neutral und die andere doppelt-kohlenſauer. Das neutrale Salz wird bereitet, indem man eine Auflöſung von kohlenſauerm Natron in aufgelöſtes Bitterſalz gießt und das Gemenge erhitzt; der Niederſchlag iſt ein weißes Pulver und beſteht aus kohlenſaurer Magneſia.

Dieſe iſt unauflöslich und geſchmacklos; dieſes Salz kommt als Magneſia im Handel vor und beſteht aus *)

1 At. Magneſia	=	258,36	oder	48,41
2 At. Kohlenſäure	=	275,32	—	51,59
1 At. kohlenſaure Magneſia	=	533,68		100,00

*) Die im Handel vorkommende Magneſia (Magnesia alba) iſt eine Verbindung von einfach kohlenſaurer Magneſia mit Magneſiahydrat und beſteht in 100 Thl. aus 44,75 Magneſia, 35,77 Kohlenſäure und 19,48 Waſſer. Sie wird im Großen fabrikmäßig bereitet. Am vortheilhafteſten iſt die Darſtellung desſelben aus der Mutterlauge der Salinen, welche gewöhnlich viel ſalzſaure Magneſia oder Chlormagneſium enthalten. Berühmt wegen der Reinheit und Leichtigkeit iſt die engliſche kohlenſaure Magneſia; aber auch in Deutſchland wird in mehreren chemiſchen Fabriken ſehr ſchöne Waare geliefert, worunter namentlich die von Salzgitter (Braunſchweig) und Allendorf (Heſſen) einen vorzüglichen Ruf genießt. Nach Bucholz Vorſchrift wird die lockere leichte Magneſia folgendermaſſen bereitet: Man löſt 8 Thl. reine ſchwefelſaure Magneſia in 48 Theilen Waſſer auf und fügt nach und nach eine Auflöſung von 13 3/8 Thl. kryſtalliſirten kohlenſauerm Natrum in 26 Thl. Waſſer unter beſtändigem Umrühren hinzu. Statt des Natrums kann man auch kohlenſaures Kali nehmen; davon hat man, vorausgeſetzt daß es trocken iſt, 6 5/8 Thl. nöthig, welche ebenfalls in der doppelten Gewichtsmenge Waſſer aufzulöſen ſind. Der Niederſchlag wird nun von der Salzauflöſung durch Filtriren geſchieden; man giebt ihn nach der erſten Filtration wieder in ein Gefäß mit Waſſer und wäſcht ihn nun wiederholt mit viel Waſſer aus. Zuletzt giebt man ihn wieder auf das Seihetuch und läßt ihn wohl abtropfen. Man endigt die Operation mit dem Trocknen des Niederſchlags an einen luftigen, warmen Ort und hat dann das verlangte Präparat, was recht locker und leicht und ſchön weiß verlangt wird. A. u. E.

Die doppeltkohlenſaure Magneſia erhält man, wenn das einfach kohlenſaure Salz im Waſſer aufgeſchlämmt wird und man kohlenſaures Gas durchſtrömen läßt, bis alles aufgelöſt iſt. Wird die Auflöſung langſam abgedampft, ſo kryſtalliſirt das Salz in ſechsſeitigen, durchſichtigen, abgeſtumpften Prismen; es iſt faſt geſchmacklos und löſt ſich in 48 Thl. kaltem Waſſer auf. An der Luft effloreszirt es und zerſetzt ſich. In der Hitze dekrepitirt es und wird gleichfalls zerſetzt. Es enthält gerade zweimal ſoviel Kohlenſäure als das neutrale Salz, iſt aber äußerſt unbeſtändig, da es ſchon durch ſehr ſchwache äußere Einflüſſe in Kohlenſäure und neutrale kohlenſaure Magneſia zerfällt. *)

Auch in der Natur findet man kohlenſaure Magneſia ſehr häufig, jedoch ſelten rein, ſondern meiſtens mit kohlenſauerm Kalk verbunden. Sind beide Salze zu gleichen Atomen mit mit einander verbunden, ſo heißt das Mineral Dolomit; gewöhnlich verwechſelt man damit auch ſolche Kalkſteine, die mehr oder weniger kohlenſaure Magneſia enthalten als der Dolomit. **)

---

*) Dieſe Kryſtalle ſind nach andern Chemikern nicht doppelt-kohlenſaure, ſondern einfach-kohlenſaure Magneſia. Nach Berzelius erzeugt man ſie, wenn die kohlenſaure Magneſia, welche man durch Fällung eines Magneſiaſalzes mittelſt eines kohlenſauern Alkalis erhält, in kohlenſäurehaltigem Waſſer aufgelöſt und dann der freiwilligen Verdampfung überlaſſen wird. Die erhalhaltenen Kryſtalle haben 39 Proz. Kryſtallwaſſer und zerſetzen ſich in kaltem Waſſer ſo, daß die erhaltene Auflöſung doppeltkohlenſaure Magneſia enthält, während zugleich ein Niederſchlag gebildet wird, der weniger Kohlenſäure hat, als das neutrale Salz und in ſeiner Zuſammenſetzung mit der im Handel vorkommenden Magneſia übereinſtimmt. A. u. E.

**) Das reinſte Doppelſalz dieſer Art iſt der Bitterſpath. Über den Dolomit und die magneſiahaltigen Kalkſteine Deutſchlands lieferte C. G. Gmelin und J. C. Hundeshagen ſehr ſchätzbare chemiſche Abhandlungen in dem 1ten Bande der Tübinger naturwiſſenſchaftlichen Abhandlungen, welche auch in techniſcher Hinſicht ſehr intereſſante Winke enthalten. A. u. E.

Capitel VIII.

Yttrium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen und Phosphor; Yttererdeſalze, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuern gebildet werden.

Yttrium.

1218. Nachdem Wöhler das Aluminium dargeſtellt hatte, gelang es ihm auch das Yttrium auf dieſelbe Weiſe zu bereiten.

Man erhält dieſes Metall, indem man Chloryttrium durch Kalium zerſetzt. Chloryttrium bereitet man durch Glühen eines innigen und wohlgetrockneten Gemenges von Yttererde und Kohle in einer Porzellanröhre, indem man Chlorgas darüber hinleitet. Das erzeugte Chloryttrium ſetzt ſich in der Röhre als geſchmolzene kryſtalliniſche Maſſe an. Um dieſe Verbindung zu zerſetzen, ſchichtet man dieſelbe in einem Platintiegel mit kleinen platten Kaliumſtückchen abwechſelnd übereinander und bedeckt dann den Tiegel, indem man den Deckel mit Platindrath befeſtigt. Der bedeckte Tiegel wird dann über einer Weingeiſtlampe erhitzt, wodurch die Reduktion augenblicklich ſtatt findet und zwar mit ſolcher Wärmeentwicklung, daß er plötzlich weißglühend wird. Die erkaltete Maſſe löſt man in Waſſer auf, wodurch das Yttrium in kleinen, vollkommen metalliſch glänzenden Schuppen abgeſchieden wird, welche unter dem Polirſtahl Eiſenglanz annehmen.

Das Yttrium oxydirt ſich in gewöhnlicher Temperatur weder an der Luft, noch im Waſſer. Wird es in offner Luft bis zur Rothglut erhitzt, ſo verbrennt es unter ſtarker Lichtentwicklung. Im reinen Sauerſtoffgas iſt dieſe Ver-

brennung eine der glänzendſten. Die dadurch erhaltene Yttererde iſt weiß und trägt Spuren von Schmelzung an ſich.

Das Yttrium löſt ſich leicht in verdünnter Schwefelſäure unter Waſſerſtoffgasentwicklung auf. Minder leicht wird ſie vom Kali, gar nicht aber von Ammoniak aufgelöſt.

Yttriumoxyd.

(Synon. Yttererde. Lat. Yttrium oxydatum, Yttria. Franz. Oxyde d'Yttrium.)

1219. Die Yttererde iſt ſehr ſelten; man fand ſie bisher nur in ſchwediſchen Mineralien, wie z. B. im Orthit, Pyrorthit und beſonders im Gadolinit von Ytterby (nahe bei Stockholm.) Nach Berzelius enthält Letzterer 25 Kieſelerde, 45 Yttererde, 18 Ceriumoxydul und 12 Eiſenoxydul.

Um die Yttererde aus dieſem Mineral abzuſcheiden, pulveriſirt man dieſelbe und behandelt ſie mit der dreifachen Gewichtsmenge Königswaſſer: die Auflöſung wird ſodann zur Trockne abgedampft, um den Säureüberſchuß zu verjagen und die Kieſelerde abzuſcheiden. Durch Behandeln der trocknen Maſſe mit Waſſer erhält man die ſalpeterſaure und ſalzſaure Ytterde nebſt Eiſen und Cerium in Auflöſung, während die Kieſelerde zurückbleibt. Zu der filtrirten Auflöſung ſetzt man kohlenſaures Ammoniak in Überſchuß, wodurch das Eiſen gefällt wird, die beiden andern Oxyde aber bleiben aufgelöſt. Nachdem das erſtere durch Filtration geſchieden worden, kocht man die Auflöſung; dadurch wird der Ammoniaküberſchuß verflüchtigt, das Ceriumoxyd aber und die Yttererde kohlengeſäuert präzipitirt. Man löſt dieſe beiden Salze in Salpeterſäure auf, verjagt die überſchüſſige Säure durch Abdampfen und löſt das rückſtändige Salz in der 150fachen Gewichtsmenge Waſſer auf. In dieſe Auflöſung hängt man Kryſtalle von ſchwefelſauerm Kali; dieſe löſen ſich nach und nach auf und es bildet ſich dafür ein Doppelſalz von ſchwefelſauerm Kali und Ceriumoxyd, das als weißer Niederſchlag in der Flüſſigkeit unauflöslich iſt. Läßt man die Flüſſigkeit 24 Stunden ruhen, ſo wird alles Ceriumoxyd herausgefällt und man hat in der Auflöſung nur noch Yttererde, welche

man durch Ätzammoniak fällt; der Niederſchlag wird ausgewaſchen und geglüht.

Die ſo erhaltene Yttererde iſt ein weißes, geſchmack- und geruchloſes Pulver; es löſt ſich nicht im Waſſer auf und reagirt auf blaue Pflanzenfarben nicht. Das ſpezif. Gew. iſt 4,84. Auf Sauerſtoff wirkt dieſes Oxyd nicht, dagegen abſorbirt es die Kohlenſäure bei gewöhnlicher Temperatur, welche es jedoch in großer Hitze wieder abgiebt.

Es beſteht aus

1 At. Yttrium	= 402,57	oder	80,10
1 At. Sauerſtoff	= 100,00	—	19,90
1 At. Yttererde	= 502,57		100,00

Chloryttrium. (Chlorure d'Yttrium.)

1220. Erhitzt man Yttrium in Chlor, ſo verbrennt es unter ſtarker Lichtentwicklung und ſublimirt in weißen, glänzenden Nadeln. Dieſes Chlorid löſt ſich im Waſſer unter Erhitzung auf und deliqueszirt an der Luft. Man bereitet es gewöhnlich auf die oben (1218.) angegebene Weiſe. Es beſteht aus

1 At. Yttrium	= 402,51	oder	47,64
2 At. Chlor	= 442,64	—	52,36
1 At. Chlorid	= 845,21		100,00

Brom- und Jod-Yttrium. (Bromure et Iodure d'Yttrium.)

1221. Yttrium in Brom- oder Jod-Dämpfen erhitzt, brennt wie in Chlor und die erzeugten Verbindungen ſind flüchtig und ſublimiren in weißen Nadeln; ſie ſind ferner ſchmelzbar und löſen ſich unter Wärmeentbindung im Waſſer auf.

Schwefelyttrium. (Sulfure d'Yttrium.)

1222. Erhitzt man Yttrium mit Schwefel, ſo entzündet es ſich, ſobald der Schwefel Dampfform angenommen hat und verwandelt ſich in ein graues pulveriges Sulphu-

rid, welches im Waſſer nicht auflöslich iſt; unter Mitanweſenheit einer Säure zerſetzt es das Waſſer und es bildet ſich Schwefelwaſſerſtoffgas.

Selenyttrium. (Seleniure d'Yttrium.)

1223. Das Selen verbindet ſich mit dem Yttrium ſobald es geſchmolzen iſt unter ſchwachem Erglühen; das erzeugte Produkt iſt ſchwarz, zerſetzt das Waſſer allein nicht, aber mit Hilfe einer verdünnten Säure, indem ſich Selenwaſſerſtoff entwickelt.

Phosphoryttrium. (Phosphure d'Yttrium.)

1224. Im Phosphordampf entzündet ſich das Yttrium und es bildet ſich ein graulich ſchwarzes Pulver, welches mit Waſſer zuſammengebracht, ſelbſtentzündliches Phosphorwaſſerſtoff entwickelt.

Yttererdeſalze.

1225. Sie haben einen ſüßen und zuſammenziehenden Geſchmack. Durch Ätzkali werden ſie gefällt, der Niederſchlag iſt aber in einem Überſchuß des Füllungsmittels nicht auflöslich; das kohlenſaure Ammoniak im Überſchuß angewendet löſt den Niederſchlag wieder auf. Die Yttererde bildet mit Schwefelſäure ein Salz, welches leicht kryſtalliſirt, bei 40° verwittert und dann milchweiß wird, ohne ſeine Kryſtallform zu verlieren.

Schwefelſaure Yttererde. (Sulfate d'Yttria.)

1226. Schwefelſäure, welche mit der doppelten Gewichtsmenge Waſſer verdünnt iſt, löſt die Yttererde auf und bildet ein in glänzenden Körnern kryſtalliſirendes Salz von ſüßem adſtringirenden Geſchmack: es iſt amethyſtroth gefärbt, wiegt 2,79 und löſt ſich in 30—40 Thl. Waſſer von gewöhnlicher Temperatur auf. Es beſteht aus 1 At. Yttererde und 1 At. Schwefelſäure und enthält in 100 Thl. 50 Thl. von jedem Beſtandtheil.

Salpeterſaure Yttererde. (Nitrate d'Yttria.)

1227. Sie ſchmeckt ſüßlich und adſtringirend, wird an der Luft feucht und iſt folglich im Waſſer ſehr auflöslich. Sie iſt ſchwer kryſtalliſirbar und bildet bei raſchem Abdampfen eine honigdicke Maſſe, die beim Erkalten hart und ſpröde wird. Gießt man zu einer Auflöſung dieſes Salzes Schwefelſäure, ſo wird ſogleich ſchwefelſaure Yttererde gefällt. Man bereitet es durch direkte Vereinigung der Beſtandtheile; es enthält 1 At. Yttererde und 1 At. Salpeterſäure.

Kohlenſaure Yttererde. (Carbonate d'Yttria.)

1228. Man bereitet es indem man ein kohlenſaures Alkali in ein aufgelöſtes Yttererdeſalz gießt; es fällt als ein weißes Pulver zu Boden, was im Waſſer unauflöslich, geſchmack- und geruchlos iſt. In der Hitze zerſetzt ſich daſſelbe. Es beſteht aus 1 At. Yttererde und 2 At. Kohlenſäure oder in 100 Thl. aus 64,6 der Erſtern und 35,4 der Letztern.

Capitel IX.

Aluminium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Phosphor und Arſenik; Thonerdeſalze, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuern gebildet werden.

Aluminium. (Alumium)

1229. Dieſes Metall wurde zuerſt von Wöhler 1827 dargeſtellt. Davy hatte zwar vorher ſchon die Thonerde mit Hilfe der voltaiſchen Säule aus einem ſchmelzbaren Gemenge von Thonerde und Kali ſowohl, als durch die Einwirkung der Kaliumdämpfe auf rothglühende Thonerde reduzirt, aber das Aluminium nicht iſolirt erhalten.

Wöhler bereitet es indem er auf den Boden eines Porzellantiegels einige erbſengroße Stücke reines von anhängendem Steinöl befreites Kalium bringt und darauf ein ungefähr gleiches Volum Chloralumium legt. Der Tiegel wird zugedeckt und durch Lampenfeuer erhitzt; anfangs gelinde, um das Zerſpringen zu vermeiden, was leicht durch die im Innern mittelſt der Reaktion erzeugten ſtarken Hitze veranlaßt werden könnte, ſpäter aber weit ſtärker, bis die Reduktion ganz vollendet iſt. Die rückſtändige Maſſe iſt vollkommen geſchmolzen und ſchwarzgrau gefärbt. Nachdem der Tiegel erkaltet iſt, taucht man das Ganze in Waſſer, wodurch ſich das Aluminium vom auflöslichen Chlorkalium trennt und als Pulver zu Boden fällt, was in kaltem Waſſer gut ausgewaſchen und zuletzt getrocknet wird.

1230. Das erhaltene Aluminium iſt ein graues, dem Platinſchwamm ähnliches Pulver; man bemerkt darin ſtark

glänzende zinnweiße Blättchen. Unter dem Polirſtahl nimmt es ſtarken Metallglanz an, ähnlich dem Zinn. In der Temperatur des ſchmelzenden Gußeiſens ſchmilzt es noch nicht; es iſolirt die Elektrizität. Wird es in der Luft bis zur Rothglut erhitzt, ſo verbrennt es und verwandelt ſich in Thonerde; im Sauerſtoffgas brennt es mit dem lebhafteſten Glanze, allein erſt nachdem es rothglühend geworden. Die dabei ſich entwickelnde Hitze iſt ſo bedeutend, daß das erzeugte Aluminiumoxyd zum Theil ſchmilzt und ſo hart wie der Korund wird.

Das Aluminium zerſetzt bei gewöhnlicher Temperatur das Waſſer nicht, in der Siedhitze dagegen findet eine langſame Zerſetzung Statt. Weder die Salpeterſäure, noch die Salzſäure und Schwefelſäure, ſelbſt konzentrirt, greifen dieſes Metall bei gewöhnlicher Temperatur an; erhitzt aber löſt es ſich leicht in denſelben auf. Sehr leicht löſt es ſich in verdünnter Ätzkalilauge unter Waſſerſtoffentwicklung auf. Auch vom Ammoniak wird es großentheils aufgelöſt.

Aluminiumoxyd.

(Synon. Thonerde, Alaunerde. Lat. Aluminium oxydatum, Alumina. Franz. Oxyde d'aluminium. Alumine.)

1231. Unter den Oxyden der zweiten Abtheilung iſt dieſes bei Weitem das Wichtigſte, wegen der vielfachen techniſchen Anwendung ſeiner Salze. Alaunerde wurde es genannt, weil es zuerſt rein aus dem Alaun dargeſtellt worden, und Thonerde, weil es ein Hauptbeſtandtheil des Thons und vieler thonartigen Mineralien iſt.

Dieſes Oxyd iſt weiß, weich anzufühlen, geſchmacklos, klebt an der Zunge und iſt im reinem Zuſtand auch geruchlos; mit Eiſen vermengt hat es einen eigenthümlichen erdigen Geruch, der vorzüglich ſtark beim Anhauchen hervortritt. Das ſpezif. Gew. iſt 4,0; im Waſſer iſt es unauflöslich, und bildet damit einen Teig. In hoher Temperatur zieht ſich die Thonerde zuſammen, indem ſie ihr Waſſer verliert, allein das heftigſte Gebläſefeuer vermag ſie nicht zu ſchmelzen.

Man findet ſie in der Natur ganz rein; ſie bildet den Korund, einen Körper, der nach dem Diamant die größte Härte beſitzt. Er kryſtalliſirt in ſechsſeitigen Prismen und ſechsſeitigen gleichſchenklichen Doppelpyramiden oder auch in Rhomboedern. Er hat nach ſeinen Farbenabänderungen verſchiedene Namen: der rothe heißt Rubin; der zitrongelbe, orientaliſcher Topas; der blaue, Saphir, und der violette oder purpurrothe, orientaliſcher Amethyſt. Dieſer Stein iſt als Edelſtein ſehr geſucht und geſchätzt. Man findet ihn im Dolomit vom St. Gotthard eingewachſen und im Baſalt vom Puy in Velay. Die geſchätzteſten ſind diejenigen, welche im Granit von Thibet vorkommen; man nennt dieſe vorzugsweiſe die orientaliſchen. Der gewöhnliche Smirgel enthält meiſtens Thonerde als körnigen Korund mit Eiſenoxyd gemengt und dieſer iſt weit gemeiner als der kryſtalliſirte Korund. Man findet ihn auf Naxos in Griechenland, zu Schwarzenberg in Sachſen, zu Randa im Königreich Granada, in Jerſey und Gerneſey ꝛc.

Der Smirgel wird wegen ſeiner großen Härte zum Schleifen und Poliren vieler Körper angewendet. Man pulveriſirt und ſchlämmt ihn zu dem Endzweck. Von der Feinheit des Pulvers hängt der Gebrauch ab; je feiner daſſelbe iſt, deſto feinere Flächen werden damit geſchliffen, der feinſte dient zum Poliren. Mit Hilfe des Schlämmprozeſſes erhält man vielerlei Sorten des Pulvers von verſchiedener Feinheit.

Thonerde verbunden mit Kieſelerde nebſt etwas Eiſenoxyd und kohlenſaurem Kalk bilden den thonigen Boden, welcher in unſerm Klima den Wachsthum der Pflanzen am meiſten befördert. Ein Gemenge von Kieſelerde und Thonerde mit Spuren von Eiſenoxyd iſt die Grundlage aller Thonarten, welche gleich der reinen Thonerde mit Waſſer eine bildſame Maſſe gibt; die Thonerde beträgt oft den dritten Theil und noch mehr in denſelben.

Auch in andern Verbindungen trifft man die Thonerde ſehr häufig, von denen eine der wichtigſten der Alaun iſt.

Um die Alaunerde rein zu bereiten fällt man ſie aus einer Alaunauflöſung mittelſt Ätzammoniak. Der gallerar-

tige Niederſchlag wird auf ein Filter gebracht und ſorgfältig mit heißem Waſſer ausgewaſchen, um ſowohl das ſchwefelſaure Ammoniak und Kali, als auch um eine aus Thonerde und Kali gebildete Verbindung, die mit niederfällt, zu entfernen. Man kann ſtatt des Ammoniaks auch kohlenſaures Natron zur Fällung anwenden; auch dadurch wird die Thonerde niedergeſchlagen, indem die Kohlenſäure als Gas fortgeht.

Gay-Luſſac gab ein anderes Verfahren zur Bereitung der Thonerde an, welches darin beſteht, daß man Ammoniakalaun heftig eine Stunde lang in einem Schmelztiegel glüht. Die Schwefelſäure und das Ammoniak verflüchtigen ſich, während die Thonerde als weißes Pulver zurückbleibt. In dieſem Zuſtande wird ſie nicht mehr von den Säuren aufgelöſt.

Das Aluminiumoxyd beſteht aus

2 At. Aluminium	= 343,33	oder	53,29
3 At. Sauerſtoff	= 300,00	—	46,71
1 At. Thonerde	= 643,33		100,00

Man wendet die reine Thonerde in den Laboratorien zur Bereitung der verſchiedenen Thonerdeſalze an. Mit Kieſelerde verbunden als Thon werden die verſchiedenen Töpferwaaren daraus gefertigt; man benützt ſie zum Walken der Tücher und zur Bereitung des Alauns. Eine ſehr wichtige Rolle ſpielt die Thonerde in der Färberei und bei der Farbenfabrikation, wegen ihrer Verwandtſchaft zu den organiſchen Farbſtoffen.

Thonerdehydrat.

1232. Man findet das Hydrat in der Natur; die Mineralogen nennen es Gibbſit. Es wurde zu Richmont in Maſſachüſets entdeckt, iſt grünlich weiß, hat faßrig ſtrahlige Textur, wiegt 2,4 und enthält auf 1 At. Alaunerde 6 At. Waſſer.

1233. Die Thonerde, welche man aus den Thonerdeſalzen mittelſt Alkalien ſcheidet, iſt ſtets hydratiſch. Die phyſikaliſchen Eigenſchafen dieſes Hydrates ſind je nach den bei der Fällung obwaltenden Umſtänden verſchieden. Die

Zuſammenſetzung iſt ſtets dieſelbe, denn es enthält unveränderlich auf 1 At. Alaunerde 16 At. Waſſer und in 100 Thl. 41,69 der erſteren und 58,31 des letzteren.

Dieſes beſtimmte Miſchungsverhältniß behauptet die aus Salzen gefällte und an der Luft bei einer Temperatur von 20—25° C. getrocknete Thonerde.

Th. von Sauſſure, der das Thonerdehydrat analyſirte, machte zugleich intereſſante Bemerkungen darüber, die wir hier einſtweilen mittheilen, ſpäter aber vortheilhaft benützen wollen.

Schlägt man mittelſt Ammoniak die Thonerde aus einer geſättigten Alaunauflöſung nieder, wäſcht und trocknet den Niederſchlag, ſo erhält man eine weiße, lockere, zerreibliche und ſehr ſchwammige an der Zunge klebende Erde; es iſt dieß die ſchwammige Thonerde Sauſſure's. An der Luft getrocknet hält ſie 58 Proz. Waſſer zurück, die ſie aber in einer Rothglühhitze, bei der das Silber noch nicht ſchmilzt, vollkommen verliert.

Schlägt man die Thonerde aus einer ſehr verdünnten Alaunauflöſung nieder, ſo iſt der ausgeſüßte und an der Luft getrocknete Niederſchlag eine durchſcheinende, gelbe und ſpröde Maſſe. Nimmt man größere Stückchen davon in die Hand, ſo bewirkt die Wärme ein Zerſpringen derſelben, wie dieß häufig bei dem Stangenſchwefel der Fall iſt. Im Bruche iſt ſie glatt und muſchlich; ſie hat kein erdiges Anſehen und klebt nicht an der Zunge: im Waſſer ſchwillt ſie weder auf, noch zerfällt ſie. Ihr Volumen iſt bei demſelben Gewicht zehen oder zwölfmal geringer als das der ſchwammigen Thonerde. Sie hat Ähnlichkeit im Äußern mit dem arabiſchen Gummi oder mit getrockneter Gallerte; in dieſem Zuſtande nannte ſie Sauſſure gallertartige Thonerde. An der Luft getrocknet hält ſie gleich der vorigen 58 Proz. Waſſer zurück, aber die Rothglühhitze verjagt davon nicht mehr als 43 Proz. und in einer Hitze von 130° Wedgwood verliert ſie nur 48,25 Proz. Der Reſt Waſſer kann durch die Hitze nicht ausgetrieben werden; man hat dann als Rückſtand ein Thonerdehydrat beſtehend aus:

1 At. Thonerde	=	643,33	oder	79,22
3 At. Waſſer	=	168,72	—	20,78
1 At. Hydrat	=	812,05		100,00

Bei Zerlegung der Mineralien iſt es von Wichtigkeit die Bildung dieſes Hydrates zu vermeiden, weil man den Thonerdegehalt 20 Proz. zu hoch annehmen würde. Man vermeidet dieſen Übelſtand, wenn man dieſelbe aus hinreichend konzentrirten Auflöſungen fällt und den Niederſchlag roth glüht, nachdem man zuvor einige Tropfen konzentrirter Schwefelſäure darauf gegeben hat. Das Hydrat wird durch das gebildete ſchwefelſaure Salz zerſtört, welches Letztere dann durch die Hitze gleichfalls wieder zerſetzt wird.

Sauſſure verſichert übrigens, daß die gallerartige Thonerde einen beſtimmten und unveränderlichen Gewichtsverluſt bei jeder Temperatur erleidet. Zu dem Endzweck hat er eine Tafel entworfen, indem er mit Thonerde operirte, die bei 25—30° C. getrocknet war.

Temperatur	Verluſt in Prozenten ausgedrückt
62,5° C.	12,2
125	19,0
187,5	23,7
250	27,2
13 Wedgw.	42,3
29	45,0
85	46,0
106	47,5
133	48,25
170	48,25

Es wäre möglich, daß man vielleicht ſpäter noch Licht über dieſes merkwürdige Verhalten, vorzüglich in Beziehung auf die Theorie der verſchiedenen Varietäten von Thon erhält. So ſonderbar auch übrigens dieſe Thatſachen erſcheinen mögen, ſo dürfen ſie heutiges Tages doch nicht zu ſehr auffallen, nachdem man ſich bereits zur Genüge von dem wichtigen Einfluſſe überzeugt hat, welchen die geringſte Verſchiedenheit in der Anordnung der kleinſten Theilchen auf die chemiſche Reaktion äußert. (980. 1092.)

Chloraluminium.

(Synon. Lat. Aluminium chloratum. Franz. Chlorure d'aluminium.)

1234. Erhitzt man Aluminium bis zum Rothglühen in Chlor, ſo entzündet es ſich und Chloraluminium wird gebildet; dieſes Verfahren iſt aber nicht praktiſch ausführbar, weil man zur Bereitung des Aluminiums ſelbſt Chloralumium nöthig hat.

Wöhler nimmt, um dieſe Verbindung zu bereiten, ein Gemenge von gut ausgeſüßter, getrockneter Thonerde und Kohlenſtaub, Zucker und Öl, und erhitzt daſſelbe in einem bedeckten Tiegel bis alle organiſchen Stoffe ſich vollkommen zerſetzt haben. Der ſchwarze Rückſtand wird noch heiß in eine Porzellanröhre gebracht, dieſe in einem dazu geeigneten Ofen geſetzt und nun ein Apparat, aus welchem ſich trocknes Chlor entwickelt, damit in Verbindung gebracht. Am andern Ende der Röhre wird ein tubulirter, mit einer Röhre verſehener Glasballon befeſtigt. Die Röhre wird nun bis zur Rothglut erhitzt, wodurch die Verbindung des Chlors mit Aluminium Statt findet, während Kohlenſäure ſich entbindet. Nach anderthalb Stunden iſt die Operation beendigt; ein Theil des Chlorids iſt in den Glasballon gegangen, ein anderer befindet ſich noch in der Röhre und verſtopft dieſe bisweilen.

Das erhaltene Chloraluminium bildet bald ein kryſtalliniſches Haufwerk, bald zeigt es ſich in feſter harter Maſſe mit kryſtalliniſcher Textur, großblättrig, talkartig, halbdurchſichtig, blaß grünlichgelb. An der Luft raucht es, riecht nach Salzſäure und zerfließt. Im Waſſer löſt es ſich mit Ziſchen und Wärmeentbindung auf; es verflüchtigt ſich in einer die Siedhitze des Waſſers nur wenig überſteigenden Temperatur, und wird auch leicht flüſſig. In Naphta kann man es unverändert aufbewahren.

In Dampfform verbindet es ſich mit Schwefelwaſſerſtoffgas und bildet zum Theil blättrichte, weiße, durchſichtige, perlmutterartig glänzende Kryſtalle, zum Theil eine geſchmolzene harte und ſpröde Maſſe; dieſe wird an der Luft

feucht und das Waſſer zerlegt ſie unter Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoff; auch durch die Hitze wird ſie größtentheils zerſetzt.

Das Chloraluminium beſteht aus

1 At. Aluminium	= 171,66	oder	20,56
3 At. Chlor	= 663,96		79,44
1 At. Chlorid	= 835,62		100,00

Man kann dieſe Verbindung auch bereiten, wenn man friſch gefällte Thonerde in Salzſäure auflöſt. Die Auflöſung iſt farblos; ſie wird beim Abdampfen ſtarr, enthält aber immer noch Waſſer. Verſucht man, ſie trocken zu erhalten, ſo entbindet ſich bei ſtarkem Erhitzen Salzſäure, und Thonerde bleibt zurück.

Bromaluminium. (Bromure d'aluminium.)

1235. D'Arcet der Sohn ſtellte dieſe Verbindung dar, indem er ein Gemenge von Thonerde und Kohle mit Brom zuſammenbrachte. Dieſe Verbindung hat viele Ähnlichkeit mit dem Chloraluminium. Es iſt kryſtalliniſch, flüchtig, raucht an der Luft und löſt ſich im Waſſer unter Wärmeentbindung auf. Man könnte es durch Behandlung der ſchwefelſauren Thonerde mit Brombarium in Auflöſung erhalten. Es muß aus 1 At. Aluminium und 3 At. Brom beſtehen.

Jodaluminium. (Iodure d'aluminium.)

1236. Das Jod verbindet ſich nicht direkte mit dem Aluminium, auch findet keine Reaktion zwiſchen Joddämpfen und rothglühender Thonerde Statt. Man kennt aus dieſem Grunde die waſſerfreie Verbindung noch nicht. Die waſſerhaltige Verbindung erhält man durch Auflöſung der gallertartigen Thonerde in Jodwaſſerſtoffſäure. Sie beſteht ähnlich dem Chlorid aus 1 At. Aluminium und 3 At. Jod.

Schwefelaluminium. (Sulfure d'aluminium.)

1237. Erhitzt man das Aluminium mit Schwefel, ſo vereinigen ſich beide nicht mit einander, läßt man aber Schwe-

feldämpfe über das rothglühende Metall ſtreichen, ſo findet eine Verbindung unter Erglühen Statt.

Das Schwefelaluminium iſt pulverig, dunkelgrau und wird durch Reiben metalliſch glänzend; das Waſſer und die feuchte Luft zerſetzen es unter Schwefelwaſſerſtoffentbindung; demnach kann dieſes Sulphurid nicht im Waſſer aufgelöſt exiſtiren. Bringt man aufgelöſtes Schwefelkalium in eine Alaunauflöſung, ſo fällt Thonerde zu Boden und Schwefelwaſſerſtoff entbindet ſich. Im waſſerfreien Zuſtand enthält dieſes Sulphurid:

2 At. Aluminium	=	343,32	oder	36,26
3 At. Schwefel	=	603,48		63,74
1 At. Schwefelaluminium	=	946,80		100,00

Selen-Phosphor- und Arſenik-Aluminium.

(Seleniure, phosphure et arséniure.)

1238. Das Aluminium verbindet ſich mit dem Selen, dem Phosphor und dem Arſenik unter gleichen Umſtänden wie der Schwefel; mit den letzten beiden Körpern verbindet es ſich ſogar direkte, wenn man es erhitzt. Die erzeugten Verbindungen verhalten ſich ähnlich wie das Sulphurid, denn z. B. mit Waſſer entbinden ſie Selenwaſſerſtoff, Phosphorwaſſerſtoff und Arſenikwaſſerſtoff.

Thonerdeſalze.

1239. Sie haben einen ſüßlichen, zuſammenziehenden Geſchmack. Durch Kali und Natron werden ſie gefällt, von einem Überſchuſſe dieſer Fällungsmittel aber wieder aufgelöſt. Vermengt man ſchwefelſaures Kali oder Ammoniak als geſättigte Auflöſung mit einer etwas konzentrirten Auflöſung irgend eines Alaunerdeſalzes, ſo wird ein Niederſchlag von Alaun in Octaedern oder in Pulverform gebildet.

Die trocknen und reinen Alaunerdeſalze mit etwas ſalpeterſauerm Kobalt gemengt und ſtark vor dem Löthrohre geglüht, nehmen eine azurblaue Farbe an.

Schwefelſaure Thonerde.

(Synon. Lat. **Alumina sulphurica**. Franz. **Sulfate d'alumine.**)

1240. Dieſes Salz iſt weiß, ſchmeckt zuſammenziehend und röthet die Lakmustinctur; es iſt zerfließlich und erfordert zur Auflöſung weniger als ſein eigenes Gewicht Waſſer. Es kryſtalliſirt bald in dünnen und weichen Blättchen mit Perlmutterglanz, bald in ſeidenartig glänzenden zarten Bündeln. Erhitzt verliert es ſein Waſſer und zerfällt in Staub. In ſtarker Glühhitze zerſetzt es ſich gänzlich, die Säure verflüchtigt ſich oder wird zerſetzt in ſchweflichte Säure und Sauerſtoff, die als Gas entweichen. Man bereitet es aus friſchgefällter gallertartiger Thonerde und Schwefelſäure, welche letztere man mit dem zweifachen Gewichte Waſſer verdünnt und beide dann zuſammen erwärmt, um die Verbindung zu bewirken; nachdem die Flüſſigkeit gekocht hat, wird ſie filtrirt und bis zur Syrupdicke abgeraucht; ſie kryſtalliſirt dann während des Erkaltens. Dieſes Salz beſteht aus:

1 At. Thonerde	=	643,32	oder	29,93
3 At. Säure	=	1503,48		70,07
1 At. Salz	=	2146,80		100,00

Es enthält kryſtalliſirt 24 At. Waſſer.

Drittel-ſchwefelſaure Thonerde. (Sulfate d'alumine tri-basique.)

1241. Es kommt in der Natur ein anderes ſchwefelſaures Salz vor, welches die Mineralogen **Webſterit** nennen. Es iſt eine baſiſche Verbindung, deren mehrere von verſchiedenen Sättigungsgraden zu exiſtiren ſcheinen. Der **Webſterit** iſt weiß, kommt in Nierenform oder als kleine kryſtalliniſche Körner vor. Zuerſt wurde er in **Halle** gefunden und lange für reine Thonerde gehalten, was um ſo auffallender iſt, da ſchon bei geringer Erhitzung ſich viel ſchweflichte Säure entbindet. Man fand den Webſterit auch in **Newhaven** bei **Brighton**, zu **Bernon** bei **Eper**-

nay und in Auteuil bei Paris, und zwar ſtets im Thon über der Kreide. Er beſteht aus

1 At. Thonerde	= 943,32	oder 56,17	} 200
1 At. Schwefelſäure	= 501,16	43,83	
1 At. Drittelſchwefelſ. Salz	= 1144,48	53,00	} 100
18 At. Waſſer	= 1004,92	47,00	
1 At. waſſerhaltiges Salz	= 2149,40		

Achtel-ſchwefelſaure Thonerde. (Sulfate d'alumine octo-basique.)

1242. Dieſe pulverartige Verbindung iſt der vorigen ſehr ähnlich, vorzüglich beachtungswerth aber wegen der Umſtände, unter welchen ſie ſich bildet. Sie entſteht nämlich, wenn man den Kalialaun durch eſſigſaures Blei zerſetzt. Die über dem gefällten ſchwefelſauern Blei ſtehende Flüſſigkeit enthält eſſigſaure Thonerde und ſchwefelſaures Kali; erhitzt man ſie, ſo trübt ſie ſich bei 100° C. und ſetzt baſiſche ſchwefelſaure Thonerde ab. Beim Erkalten löſt ſich dieſe wieder auf und die Flüſſigkeit wird klar. Man erhält daſſelbe Reſultat, durch Vermiſchen des Alauns oder des ſchwefelſauern Kali's mit reiner eſſigſaurer Thonerde. Dieſe Thatſache iſt hinſichtlich der Theorie der Beitzmittel zum Behufe des Kattundrucks ſehr wichtig.

Nach Koechlin-Schouch, der dieſes intereſſante Verhalten zuerſt beobachtete, iſt das genannte baſiſche Salz zuſammengeſetzt aus

8 At. Thonerde	= 5146,56	oder 77,39
3 At. Schwefelſäure	= 1503,48	22,61
1 At. achtel ſchwefelſ. Thonerde	= 6650,04	100,00

Schweflichtſaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina sulphurosa. Franz. Sulfite d'alumine.)

1243. Die ſchweflichtſaure Thonerde iſt weiß und weich anzufühlen; ſie ſchmeckt ſchweflicht und erdig; im Waſſer iſt ſie unauflöslich und an der Luft verwandelt ſie ſich

nach und nach in ſchwefelſaure Thonerde. In der Hitze entbindet ſich die Säure und die Thonerde bleibt zurück.

Salpeterſaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina nitrica. Franz. Nitrate d'alumine.)

1244. Dieſes Salz ſchmeckt ſauer und zuſammenziehend; es iſt ſehr auflöslich und durch Abdampfen verwandelt es ſich in eine klebrige Maſſe von Honigdicke; es kryſtalliſirt äußerſt ſchwierig und dann in zarten, weichen, faſt glanzloſen Blättchen. An der Luft zieht es die Feuchtigkeit ſehr ſchnell an. Erhitzt entbindet es ſeine Säure und läßt die Thonerde als Rückſtand. Man bereitet dieſes Salz, wenn man friſchgefällte gallertartige Thonerde in Salpeterſäure auflöſt, filtrirt und die Flüſſigkeit abdampft.

Phosphorſaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina phosphorica. Franz. Phosphate d'alumine.)

1245. Es iſt ein weißes unauflösliches Pulver, welches man durch direkte Vereinigung der Phosphorſäure mit Thonerde erhält. In überſchüſſiger Phosphorſäure iſt daſſelbe auflöslich und bildet dann eine gummiartige Flüſſigkeit, welche in großer Hitze zu einem durchſichtigen Glaſe ſchmilzt. *)

Arſenikſaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina arsenicica. Franz. Arseniate d'alumine.)

1246. Die feuchte gallertartige Thonerde löſt ſich in Arſenikſäure auf und bildet dann abgedampft eine dickliche, im Waſſer unlösliche Maſſe. Man bereitet dieſes Salz auch durch doppelte Zerſetzung.

---

*) In der Natur findet ſich halb phosphorſaure Thonerde und wird von den Mineralogen Wavellit genannt. A. u. E.

Borſaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina boracica. Franz. Borate d'alumine.)

1247. Dieſes Salz iſt faſt unlöslich. Man bereitet es durch Vermengen einer Auflöſung von ſchwefelſaurer Thonerde mit borſaurem Natrum.

Laſurſtein. (Lapis lazuli.) — Ultramarin. (Outremer,)

1248. Als Anhang zu den Thonerdeſalzen ſtellen wir die noch nicht genau bekannte Verbindung, welche die prächtige, blaue unter dem Namen von Ultramarin bekannte Verbindung bildet. Der Laſurſtein iſt ein Mineral, welches hauptſächlich im Orient vorkommt. Man findet ihn in abgerundeten mit Schwefelkies, Feldſpath, Granat ꝛc. gemengten Stücken. Er iſt mehr oder minder dunkelblau gefärbt und beſitzt ein ſpezif. Gew. von 2,7 bis 2,9.

Noch in ziemlich hoher Temperatur behält der Laſurſtein ſeine Farbe, allein in der Weißglühhitze bläht er ſich auf und ſchmilzt zu einer gelben Maſſe. Durch ſtarke Säuren wird die Farbe auch zerſtört; es entbindet ſich zugleich Schwefelwaſſerſtoff und gallertartige Kieſelerde ſcheidet ſich daraus ab. Dieſe Reaktion findet jedoch nur dann vollkommen Statt, wenn das Mineral vorher geglüht worden iſt. Das Ultramarin war immer höheren Hitzgraden ſchon ausgeſetzt, weil der Laſurſtein behufs der Gewinnung dieſer ſchönen Farbe geglüht werden muß.

Der Laſurſtein iſt offenbar aus zwei verſchiedenen Körpern zuſammengeſetzt. Der eine iſt wahrſcheinlich ungefärbt, und beſteht hauptſächlich aus Kieſelerde, Thonerde und Natron. Der Zweite, welcher in weit geringerer Menge darin exiſtirt, iſt gefärbt und aus Schwefel und einigen andern Subſtanzen zuſammengeſetzt; noch wiſſen wir aus Erfahrung nichts darüber, allein wir werden die möglichen über dieſen Punkt aufgeſtellten Anſichten weiter unten mittheilen.

Der natürliche Laſurſtein, oder das daraus bereitete Ultramarin ſind gegenwärtig ſehr rar. Ehedem mag dieß,

wie es ſcheint, weniger der Fall geweſen ſeyn, denn einerſeits wendeten es die Maler ſehr häufig an und andrerſeits ſchreibt Haudicquer gegen das Jahr 1700, daß er ein Verfahren kenne, den Laſurſtein zu bereiten, allein da er in Frankreich ſehr häufig iſt, fügte er hinzu, ſo wäre es beſſer dasſelbe nicht bekannt zu machen, damit die Leute ihre Zeit nicht auf die Bereitung eines Gegenſtandes verwendeten, den man ſo leicht ſich verſchaffen kann. Wir ſind übrigens nicht geneigt zu glauben, daß Haudicquer dieſes koſtbare Geheimniß wirklich beſeſſen habe.

1249. Der Laſurſtein kann nicht unmittelbar in der Malerei angewendet werden, ſondern muß erſt beſonders zubereitet werden; auf dieſe Zubereitung wendeten die alten Maler eine ganz beſondere Sorgfalt. Man pulveriſirt zu dem Endzweck den Laſurſtein, vermengt das Pulver mit einer harzigen Maſſe, und wäſcht dann das Gemenge mit heißem Waſſer, welches die feinen blauen Farbtheilchen mit ſich fortnimmt, die man von den Waſchwaſſern durch ſorgfältiges Abgießen ſondert; zuletzt werden dieſelben durch abermaliges Abwaſchen mittelſt alkaliſcher Auflöſungen von den adhärirenden Harztheilen vollkommen geſchieden.

Haudicquer und Blancourt haben uns eine ſehr ausführliche Beſchreibung über die Zubereitungsweiſe des Ultramarins zu jener Zeit geliefert.

1250. Man zerkleinert zuerſt den Laſurſtein in haſelnuß große Stücke wäſcht dieſe mit lauwarmen Waſſer und bringt ſie in einen Schmelztiegel, welche man dann in einem Windofen glüht. Die glühenden Stücke werden hierauf in kaltes, mit etwas Eſſig angeſäuertes Waſſer geworfen; dieſe Operation wird ſechs bis ſiebenmal wiederholt. Auf ſolche Weiſe wird der Laſurſtein wiederholt abgelöſcht, um ihm ſeine Härte zu benehmen und ihn leichter pulveriſirbar zu machen. Es wird derſelbe dann in einem Meſſing-Mörſer geſtoßen, der ſorgfältig mit einem Tuche bedeckt iſt, um die Verſtäubung des Pulvers zu hindern und dann durch feine Florſiebe gebeutelt.

Auf dieſe Weiſe würde es noch nicht fein genug werden, man muß alſo eine zweite Operation vornehmen. Man

fügt zu dem Ende dem Pulver eine etwas zähe Flüſſigkeit zu, um die Reibung auf dem Reibſtein zu vermehren. Dieſe Flüſſigkeit bereitet man ſich durch Auflöſen von 60 bis 70 Grammen Honig in 250 Grammen reinem Waſſer, welches nachher etwas gekocht und abgeſchäumt wird. Zu dieſer Auflöſung giebt man ſodann 5 Grammen fein zerriebenes Drachenblut und ſchüttelt das Gemenge wohl in einer Flaſche um, bis die ganze Maſſe ein violettes Anſehen erhält. Das Drachenblut ſcheint dem Ultramarin einen Stich ins Violette zu geben, den es von Natur nicht beſitzt.

Man bringt nun auf einen Porphyrſtein 500 Grammen Laſurſteinpulver und reibt es ſo fein als möglich, indem man nach uud nach 100—120 Grammen von der Flüſſigkeit zufügt. Das Reiben einer ſolchen Portion dauert 1½—2 Stunden; ſetzt man daſſelbe länger fort, ſo verliert das Ultramarin an Feuer, was man zu verhüten ſuchen muß.

Der dünne Brei wird ſodann auf glaſirte Teller gebracht; auf dieſen läßt man ihn im Schatten und an ſtaubfreien Orten trocknen. Die trockne Maſſe wird dann mit ſehr ſchwacher Lauge *) angerührt, ruhig ſtehen gelaſſen, abgegoſſen und aufs Neue getrocknet.

1251. Das erhaltene Pulver wird nun mit der Harzmaſſe verſetzt. Man unterſcheidet zweierlei Harzmiſchungen, die weiche und harte Kompoſition; die erſtere wird anfangs und die zweite gegen Ende der Operation angewendet.

Das weiche Gemiſch beſteht aus

Terpentin	. . .	120 Th.
Kolophonium	. .	120
Weißem Pech	. .	180
Gelbem Wachs	. .	30
Leinöl	. . .	24

*) Zur Bereitung des Ultramarins werden dreierlei Sorten von alkaliſcher Lauge erfordert. Die ſtarke Lauge erhält man indem man 10 Handvoll Weinrebenaſche in 10 Kilogr. warmes Waſſer rührt und dann filtrirt; die mittlere Lauge giebt der Rückſtand, den man aufs Neue mit 20 Kilogr. heißem Waſſer übergießt und wieder filtrirt, und die dritte ganz ſchwache Lauge wird erhalten, wenn man zu dem neuen Rückſtand ein gleiches Quantum Waſſer giebt.

Das harte Gemiſch bereitet man aus

Terpentin	. . .	120 Th.
Kolophonium	. .	180
Weißem Pech	. .	90
Maſtix	. . .	90
Gelbem Wachs	. .	90
Leinöl	. . .	45

Das Leinöl wird zuvor gereinigt, indem man es mit Waſſer wiederholt wäſcht; dieß geſchieht, indem man gleiche Volume Öl und Waſſer in einer Flaſche mit einander ſtark ſchüttelt. Solange das Waſſer noch ſchmutzig wird, wiederholt man die Operation und hört damit erſt dann auf, wenn das Waſchwaſſer ganz klar bleibt.

Die beiden Harzgemiſche werden folgendermaſſen bereitet: man ſchmelzt anfangs den Terpentin bei gelinden Feuer in einem glaſirten Topf, fügt dann das Harz, den Maſtix und endlich das weiße Pech hinzu, indem man beſtändig dabei umrührt. Nun giebt man das Wachs in die geſchmolzenen Maſſe und fügt zuletzt das Leinöl zu. Wird das Gemiſch ins Waſſer getropft, ſo muß es ſogleich erſtarren, ohne ſich ölartig auszubreiten. Im letztern Fall muß man es noch einige Zeit über dem Feuer laſſen nnd kochen bis es die nöthige Konſiſtenz erhalten hat. Iſt dieſe Kompoſition fertig, ſo gießt man ſie auf ein Haarſieb und läßt ſie in eine Schüſſel mit kaltem Waſſer laufen. Im Waſſer knetet man ſie einige Zeit lang, um ſie von allen Unreinigkeiten zu befreien, welche hierdurch noch abgeſchieden werden können. Man bewahrt ſie dann unter Waſſer auf, was man von Zeit zu Zeit erneuert, damit die Harzmaſſe weich bleibt.

1252. Zur weitern Behandlung des Laſurſteinpulvers nimmt man gleiche Theile weiches Harzgemiſch und geriebenen Laſurſtein. Erſterer wird bei ſehr gelindem Feuer geſchmolzen und dann das Pulver mittelſt eines kleinen Siebes hineingeſiebt. Während dieſes hineinfällt, rührt man beſtändig um. Hat ſich alles wohl vereinigt und vollkommen gemengt, ſo gießt man die Maſſe in kaltes Waſſer, knetet dieſelbe mit geölten Händen und bringt ſie dann, nachdem ſie

ein gleichartiger Teig geworden, in ein Gefäß mit Waſſer, worin man ſie 14 Tage liegen läßt.

Aus dieſer Maſſe gewinnt man nun das Ultramarin durch gehöriges Auswaſchen. Man ſchließt ſie in leinene Beutel ein, ſteckt dieſe in lauwarmes Waſſer, um ſie zu erweichen und drückt dieſe dann gelinde. Das erſte Waſſer wird ſchmutzig; man ſtellt es bei Seite, weil ſich etwas Ultramarin daraus abſetzt. Auf dieſe Maſſe wird friſches, lauwarmes Waſſer gegeben und ſolche aufs Neue geknetet; hierdurch ſondert ſich nun nach und nach das ſchönſte Ultramarin ab, was im Waſſer herumſchwimmt. Alle viertel Stunden gießt man das Waſſer ab und giebt wieder warmes Waſſer darauf. Das Waſſer führt ſowohl das Ultramarin als auch Harztheilchen mit ſich fort, um nun beide von einander zu ſondern giebt man ſie auf ein Sieb, welches Letztere zurückhält, während das Erſtere mit dem Waſſer durchgeht und in glaſirten Gefäßen aufgefangen wird, in welchen es ſich allmählig abſetzt.

Man erhält auf dieſe Weiſe durch die erſten fünf oder ſechs Behandlungen ein ſchönes Ultramarin, was ungefähr den vierten Theil des angewandten Laſurſteins beträgt; die nachherigen Auswaſchungen geben eine minder ſchöne Farbe, die ſtets an Güte mehr abnimmt, je öfter man dieſe Operation wiederholt. Man erhält ungefähr noch eine gleiche Menge, aber ſchlechteres Ultramarin und zuletzt nur noch ein blaßblaues Pulver, was als **Ultramarinaſche** bekannt iſt, und alle Eigenſchaften des feinſten Ultramarins beſitzt, abgerechnet das Feuer und die Friſche der Farbe.

Zum Auswaſchen von 500 Grammen eingeharztem Laſurſteinpulver braucht man acht Stunden und zehen bis zwölf Stunden ſind zum Abgießen der verſchiedenen Sorten Ultramarin nöthig, die man erhalten hat. Sollten die Auswaſchungen mit lauem Waſſer nicht recht gelingen, ſo wendet man zur Beſchleunigung der Arbeit eine alkaliſche Flüſſigkeit an; man gebraucht dazu nach und nach die dreierlei oben erwähnten Laugen,

1253. Iſt das ſo bereitete Ultramarin nicht ſchön genug, ſo trocknet man es, verſetzt es nun mit dem harten

Harzgemiſche und wiederholt die bereits beſchriebenen Arbeiten.

Hat man endlich das Ultramarin von vorzüglicher Beſchaffenheit erhalten, ſo muß man die nöthigen Auswaſchungen vornehmen, um die letzten Antheile von Harz davon zu ſcheiden. Man wäſcht es ganz einfach mit der bereits erwähnten ſchwachen Lauge; auch kann man es vorher mit Eigelb zu einem Teige anmachen und nachher erſt mit ſchwacher Lauge auswaſchen. Man empfiehlt auch, nach beendigtem Waſchen das konzentrirte Ultramarin mit Ochſengalle anzumachen, dann wohl durch einander zu kneten und wiederholt mit klarem Waſſer auszuſüßen.

1254. So lange das Ultramarin nicht künſtlich erzeugt wurde, konnte es in techniſcher Beziehung nicht von beſonderer Wichtigkeit ſeyn, allein heutiges Tages verhält ſich dieß anders. Man bereitet jetzt das Ultramarin auf eine Weiſe, die höchſt wahrſcheinlich noch vereinfacht werden kann, und dann iſt auch zu hoffen, daß man von dieſer koſtbaren Subſtanz als Farbe gewiß unzählige Anwendungen machen wird. Es iſt dieß um ſo mehr nicht zu bezweifeln, wenn man ſeine Beſtandtheile berückſichtigt, welche ſo äußerſt wohlfeil und überall in Menge zu haben ſind. Dieſe künſtliche Darſtellung des Ultramarins iſt unläugbar die Folge einer ſchönen Arbeit, welche Clément und Desormes 1806 bekannt machten und in welcher ſie die Analyſe dieſes Körpers lieferten.

1255. Folgende Eigenſchaften haben dieſe Chemiker an an einem ſchönen Ultramarin beobachtet, welches man erhielt, indem man aus einem vorzüglichen Laſurſtein nur zwei bis drei Prozente deſſelben abſchied.

Das ſpezif. Gew. iſt 2,36; in der Rothglühhitze erleidet es keine andere Veränderung, als daß einige geringe Antheile von noch beigemengtem Harz verbrennen. Das geglühte Ultramarin behält ſeine Farbe, wird aber etwas härter und rauher; um es anwenden zu können muß man es aufs Neue fein reiben. Wird es weiß geglüht, ſo erhält man ein ſchwarzes Email, wenn die fettigen oder harzigen Theile vorher nicht verbrannt worden ſind. Im entgegengeſetzten Fall giebt

es unter dieſen Umſtänden ein faſt ungefärbtes durchſichtiges Glas und erleidet einen Gewichtsverluſt von 12 Prozent.

Der Wirkung einer voltaiſchen Säule ausgeſetzt, verliert es am poſitiven Pol ſeine Farbe, am negativen dagegen bleibt es unverändert. Mit Borax geſchmolzen entbindet es Schwefel und Kohlenſäure, und bildet ſehr leicht ein durchſichtiges Glas.

Der Sauerſtoff verändert es in der Hitze bedeutend und färbt es ſchmutzig grün. Mit Waſſerſtoff erhitzt, verliert es ſeinen Schwefel und wird röthlich. Schmelzender Schwefel verändert es nicht; ebenſo nicht flüſſiger Schwefelwaſſerſtoff und Kalkwaſſer.

Kali oder Natronauflöſung wirken in der Wärme auf das Ultramarin, ohne jedoch ſeine Farbe zu verändern. Sie löſen nur die Alaunerde auf, die ein ſteter Begleiter deſſelben iſt; in der Rothglühhitze zerſtören dieſe Körper die Farbe und verhalten ſich gegen das Ultramarin, wie gegen Thon.

Durch Schwefelſäure, Salpeterſäure und Salzſäure wird die Farbe ſogleich zerſtört, und es entbindet ſich etwas Schwefelwaſſerſtoff, während Kieſelerde gallertförmig zurückbleibt. Auch der Eſſig wirkt ſo, jedoch ſchwächer.

Das Chlor entfärbt und zerſtört das Ultramarin ſchneller als jeder andere Körper. Um ſich davon zu überzeugen, darf man nur dieſe Farbe mit Waſſer anrühren und unter beſtändigem Umſchütteln einen Strom Chlorgas durchleiten. Hierdurch löſt ſich alles mit Ausnahme von 10—15 Proz. Kieſelerde auf.

Clément und Desormes, denen wir dieſe Beobachtungen verdanken, analyſirten das Ultramarin auf's Sorgfältigſte, hatten aber ſtets einigen Verluſt dabei. Sie erhielten als Beſtandtheile:

Kieſel	35,8
Thonerde	34,8
Natron	23,2
Schwefel	3,1
Kohlenſauren Kalk .	3,1
	100,0

1256. Einige Jahre ſpäter gewahrte Taſſaert zu Saint-Gobin in den Sodaöfen eine blaue Subſtanz, welche Vauquelin bei näherer Unterſuchung als wirkliches Ultramarin erkannte. Von jener Zeit an wurden mehrere Beobachtungen dieſer Art gemacht, wodurch die Erzeugung des Ultramarin unter ähnlichen Umſtänden ſich beſtättigte. Kuhlmann fand ſogar in einem Ofen, worin Glauberſalz geglüht wurde, zwiſchen den Backſteinen des Gemäuers Ultramarin ſtellenweiſe eingeſprengt, ſo oft der Ofen reparirt wurde. Das Ultramarin befand ſich immer in der Mitte braunrother Kryſtalle von Schwefelnatrium, was zu beweiſen ſcheint, daß die Bildung dieſes Sulphurides der Erzeugung des Ultramarins vorangeht.

Man ſchloß aus dieſen Thatſachen, daß es vielleicht möglich ſeyn möchte aus gewöhnlichem Thon und Schwefelnatrium das Ultramarin zu erzeugen.

Von dieſer Anſicht muß man in techniſcher Beziehung ausgehen, denn das von Gmelin, behufs der Ultramarinbereitung angegebene Verfahren kann in praktiſcher Beziehung zu keinem Reſultat führen, obgleich es über die eigentliche Theorie der Ultramarinbildung viel Aufſchluß giebt.

1257. Die Beobachtung Vauquelins veranlaßte vor einiger Zeit die Geſellſchaft zur Aufmunterung des Gewerbfleißes in Paris einen Preis für die künſtliche Bereitung des Ultramarins auszuſetzen. Dieſen Preis gewann Guimet, der jedoch ſein Verfahren nicht bekannt machte und jetzt die Unze Ultramarin zu 25 Franken liefert, während ſie ſonſt bis 200 Franken koſtete.

Gmelin dagegen machte ſein Verfahren, künſtliches Ultramarin zu bereiten, bekannt; wir laſſen es hier folgen.

1258. Man bereitet ſich zuerſt Kieſel- und Thonerde-Hydrat; erſteres, indem man pulveriſirten Quarz mit der vierfachen Menge kohlenſauerm Kali glüht, die geſchmolzene Maſſe in Waſſer auflöſt und durch Salzſäure fällt; die zweite durch Fällen einer Alaunauflöſung mittelſt Ammoniak. Beide Erden müßen ſorgfältig mit ſiedendheißem Waſſer ausgewaſchen werden. Hierauf beſtimmt man die Menge der waſſerfreien Erden, welche aus einem gegebenen Gewicht der naſſen Niederſchläge

durch Glühen erhalten werden. Das Kieſelerdehydrat, deſſen ſich Gmelin bediente, enthielt in 100 Thl. 56 Thl. trockne Kieſelerde und das Thonerdehydrat nur 3,24 Thl. waſſerfreie Erde. Man löſt nun in einer heißen Ätznatronlauge ſo viel Kieſelerdehydrat auf, als dieſe davon aufnehmen kann, und beſtimmt dann die Quantität der aufgelöſten Erde. Auf 72 Thl. trockne Kieſelerde nimmt man ſo viel Thonerdehydrat, daß ſolche 70 Thl. trockner Erde entſpricht, bringt ſie mit der Kieſelerdeauflöſung zuſammen und dampft dann das Ganze unter beſtändigem Umrühren ſo weit ab, daß der Rückſtand ein feuchtes Pulver bildet. Dieſe dreifache Verbindung von Kieſelerde, Thonerde und Natron iſt die Baſis des Ultramarins, welche man durch Schwefelnatrium auf folgende Weiſe färbt:

In einem heſſiſchen Tiegel bringt man ein Gemenge von zwei Theilen Schwefel und einem Theil waſſerfreiem Natron, und erhitzt allmählig bis zur mäßigen Rothglut, in welcher die Maſſe ſchmilzt. Von dem zuvor bereiteten Gemenge wirft man nun ſehr kleine Mengen auf einmal mitten in die geſchmolzene Maſſe; ſobald das Aufbrauſen, welches von der Bildung der Waſſerdämpfe herrührt, aufhört, wirft man eine neue Portion hinein. Nachdem man den Tiegel eine Stunde lang mäßig rothglühend erhalten hat, ſo nimmt man ihn aus dem Feuer. Nach dem Erkalten findet man das Ultramarin im Tiegel mit überſchüſſigem Schwefel gemengt, den man durch gelindes Glühen entfernen kann. Wenn das Produkt nicht durchaus gleich gefärbt iſt, ſo ſondert man das ſchönſte, nachdem man es pulveriſirt hat, durch Schlämmen davon ab.

1259. Es iſt alſo keinem Zweifel mehr unterworfen, daß man aus Kieſelerde, Thonerde und Schwefelnatrium künſtliches Ultramarin bereiten kann. Es ſcheint, daß man hierzu ein Polyſulphurid anwenden müſſe. Die in Sodaöfen gemachten Erfahrungen beweiſen, daß man mit dem Thon der Ziegelſteine ein Reſultat erhalten kann; darauf müſſen demnach die Chemiker vorzüglich ihre Aufmerkſamkeit richten. Würde man wirklich im Stande ſeyn mit Natriumpolyſulphurid und gemeinem Thon Ultramarin zu bereiten, ſo würde dieß die ſchönſte, dauerhafteſte, und wohlfeilſte blaue Farbe ſeyn, welche man bis jetzt kennt.

Alaun.

(Synon. Lat. Alumen. Franz. Alun.)

1260. Das allgemein als Alaun bekannte Salz iſt ein Doppelſalz, und beſteht entweder aus ſchwefelſaurer Thonerde und Kali, oder aus ſchwefelſaurer Thonerde und Ammoniak, iſt ſehr häufig aber auch ein Gemenge aus beiden Doppelſalzen. Früher hielt man ihn lange Zeit für ſchwefelſaure Thonerde, allein man war nie im Stande Alaunkryſtalle darzuſtellen aus der direkten Verbindung der Schwefelſäure mit Alaunerde; anderer Seits wußte man auch, daß die Mitanweſenheit von Kali oder Ammoniak unumgänglich zu ſeiner Bildung erforderlich war; Vauquelin, Chaptal und Descroizilles haben endlich deſſen wahre Zuſammenſetzung nachgewieſen.

Jetzt weiß man, daß die meiſten ſchwefelſauern Salze, deren Baſen drei Atome Sauerſtoff enthalten, ſich mit den ſchwefelſauern Salzen vereinigen, deren Baſen nur ein Atom Sauerſtoff enthalten. Das ſchwefelſaure Ammoniak ſpielt dieſelbe Rolle wie dieſe letztern. Alle dieſe Doppelſalze ſind auf ähnliche Weiſe zuſammengeſetzt und haben dieſelbe Kryſtallform; man betrachtet ſie gewöhnlich nur als verſchiedene Spezies eines und deſſelben Geſchlechtes und nennt ſie z. B. Eiſenalaun, Chromalaun rc.

Man kann demnach Alaune durch Vereinigung folgender Salze erhalten, vorausgeſetzt, daß man ſowohl eines von denen, welche ſaure Rolle, als eines derjenigen, welche baſiſche Rolle ſpielen, dazu nimmt

Saure	Baſiſche
Schwefelſaures Aluminiumoxyd	Schwefelſaures Kali
— — — Eiſenoxyd	— — — Natron
— — — Manganoxyd	— — — Ammoniak
— — — Chromoxydul	— — — Eiſenoxydul.

Die Gattung Alaun hat mithin ſehr viele Arten aufzuweiſen. Wir wollen hier nur drei davon beſchreiben, nämlich den Kali- Natron- und Ammoniakalaun.

1261. Kali-Alaun. Man kennt davon drei Abän-

derungen, nämlich den *gewöhnlichen*, den *römiſchen* und den *baſiſchen Alaun*.

Der gewöhnliche Alaun iſt farblos, ſchmeckt zuſammenziehend und röthet das Lakmus; ſein ſpez. Gew. iſt 1,71. Er kryſtalliſirt in regulären, durchſichtigen Octaedern, welche nach und nach an der Luft etwas verwittern. Das Waſſer löſt bei gewöhnlicher Temperatur ein Fünfzehntel ſeines Gewichtes davon auf; vom kochenden Waſſer ſind dagegen nur drei Viertheile zur Auflöſung erforderlich. In gelinder Hitze ſchmilzt er in ſeinem Kryſtallwaſſer und bildet eine Maſſe, welche ehedem Steinalaun genannt wurde. Stärker erhitzt bläht er ſich bedeutend auf und verliert ſeinen Waſſergehalt; er wird zugleich weiß und undurchſichtig, ziemlich kohärent und widerſteht dann der Einwirkung des Waſſers längere Zeit; man nennt dieſen *gebrannten* Alaun. Man bedient ſich deſſelben zum Ätzen des faulen Fleiſches. In der Rothglühhitze zerſetzt er ſich gänzlich, die Schwefelſäure der ſchwefelſauern Alaunerde verflüchtigt ſich als ſchweflichte Säure und Sauerſtoffgas und es bleibt dann Thonerde mit ſchwefelſauerm Kali gemengt zurück, welches Letztere ſich in der Hitze nicht zerſetzt. Bringt man dieſen Rückſtand bis zum anhaltenden Weißglühen, ſo zerſetzt ſich auch das ſchwefelſaure Kali durch die Einwirkung der Thonerde, welche ſich nun mit dem Kali verbindet und die Schwefelſäure frei macht.

Kocht man eine Alaunauflöſung mit gallertartiger Thonerde, ſo erzeugt ſich baſiſch ſchwefelſaure Thonerde-Kali, welches Salz ſich als ein im Waſſer unauflöslicher, weißer Niederſchlag abſetzt. Die ältern Chemiker nannten ihn Alaun, der mit ſeiner Erde geſättigt iſt.

Derſelbe Erfolg zeigt ſich, wenn man zu aufgelöſtem Alaun etwas Kali oder Natrum fügt, denn auch dadurch wird ein baſiſches pulverförmiges Salz gebildet.

Der Kalialaun enthält:

1 At. ſchwefelſ. Kali .	=	1089,07	oder Thonerde	10,82
1 At. ſchwefelſ. Thonerde	=	2149,80	Kali	9,94
48 At. Waſſer . .	=	2699,52	Schwefelſäure	33,77
		5938,39	Waſſer	45,47
				100,00

Der mit Thonerde geſättigte oder der **baſiſche Alaun** enthält

1 At. ſchwefelſaures Kali	= 1089,07	oder Kali	=	10,62
3 At. Drittel ſchwefelſaure Thonerde (Webſterit	= 3433,44	Thonerde	=	35,03
18 At. Waſſer . .	= 1004,92	Schwefelſ.	=	36,10
	5527,43	Waſſer	=	18,25
				100,00

1262. **Römiſcher Alaun.** Dieſer iſt dem vorigen in vieler Hinſicht ähnlich, unterſcheidet ſich aber in manchen Eigenſchaften weſentlich wieder von demſelben. Der römiſche Alaun kryſtalliſirt ſtets in undurchſichtigen Würfeln, während der andere durchſichtige Octaeder bildet. Es ſcheint der römiſche Alaun iſt ein Kalialaun mit etwas überſchüſſiger Thonerde. Dieſe Verbindung iſt beſtändig, ſo bald man ſie in kaltem Waſſer auflöſt und durch langſames Verdampfen kryſtalliſiren läßt, indem man ſodann wieder kubiſche Kryſtalle erhält. Löſt man dieſen Alaun dagegen in Waſſer von 43° C. oder von noch höherer Temperatur auf, oder erhitzt man die Auflöſungen ſtark, ſo wird baſiſch ſchwefelſaure Alaunerde gefällt und in der Auflöſung bleibt gewöhnlicher octaedriſcher Alaun.

Man kennt die Zuſammenſetzung des römiſchen Alauns noch nicht, wahrſcheinlich aber iſt ſie verſchieden von der des ordinären, und unterſcheidet ſich vielleicht weſentlich in Beziehung auf den Kryſtallwaſſergehalt.

1263. **Ammoniakalaun.** Dieſer Alaun, welcher ſtatt Kali Ammoniak enthält, hat große Ähnlichkeit mit dem Kalialaun; wird er geglüht, ſo bleibt nur Thonerde zurück und mit Ätzkalk und etwas Waſſer zuſammen gerieben, entbindet ſich Ammoniak. Er enthält

1 At. ſchwefelſ. Ammoniak	= 716,7	oder Ammoniak	=	3,89
1 At. " " Thonerde	= 2149,8	Thonerde	=	11,90
48 At. Waſſer . .	= 2699,5	Schwefelſäure	=	36,10
	5566,0	Waſſer	=	48,11
				100,00

Der Ammoniakalaun kryſtalliſirt in Octaedern. Man

weiß noch nicht, ob er auch kubiſchen Alaun bilden kann, aber wahrſcheinlich iſt dieß der Fall.

Im Handel findet ſich außer den angeführten Alaunarten noch ein Gemenge aus Kali- und aus Ammoniakalaun; dieſe verſchiedenen Sorten werden in der Färberei angewendet *) und man würde keinen Unterſchied zu machen nöthig haben, wenn ſie alle gleich rein wären, allein dieß iſt nicht der Fall. Die im Handel vorkommenden Alaunſorten enthalten alle mehr oder weniger ſchwefelſaures Eiſen; je geringer der Eiſengehalt iſt, deſto geſchäzter ſind ſie, weil dieſes Salz in der Färberei zuweilen ſehr ſchädlich iſt. Der römiſche Alaun enthält nach Thenard und Roard $\frac{1}{2200}$ und der Lücker Alaun $\frac{1}{1000}$. Man reinigt ihn vom Eiſen durch wiederhohlte Kryſtalliſation und durch andere Behandlung, die wir ſpäter anführen werden.

Schon gebildeter Kalialaun kommt ſelten in der Natur vor. Man findet ihn bisweilen in den Spalten gewiſſer Schiefergebirge. Dagegen exiſtirt viel baſiſch ſchwefelſaure Thonerde, verbunden mit ſchwefelſaurem Kali, und bildet ganze Hügel zu Tolfa in der Nähe von Civita-Vecchia und zu Piombino in Italien. Auch am Fuße des Mont-d'Or in der Auvergne entdeckte man dieſe Verbindung.

Wir werden der Alaunfabrikation ſpäter ein beſonderes Kapitel widmen.

1265. Natronalaun. Dieſer wurde bisher noch nicht techniſch benützt und deshalb auch nicht im Großen bereitet. Es iſt jedoch ſehr wahrſcheinlich, daß er auf gleiche Weiſe wie die übrigen Alaunſorten wirken würde und vielleicht wegen ſeiner großen Auflöslichkeit in manchen Fällen noch Vorzüge haben dürfte.

Der Natronalaun beſitzt alle Eigenſchaften des Kalialauns iſt aber viel auflöslicher. Geſchmack, Kryſtallform und die meiſten Reactionen ſind dieſelben. Sein ſpezif.

*) Der Alaun wird ferner angewendet: in der Medizin, in der Weißgerberei, zur Reinigung des Talges, zur Bereitung der Lackfarben, des Berlinerblau's, zum Leimen des Papiers und zur Bereitung, ſowohl der reinen Thonerde als auch vieler Thonerdeverbindungen. A. u. E.

Gew. iſt 1,35. Er iſt aus 1 At. ſchwefelſauerm Natron und 1 At. ſchwefelſaurer Thonerde zuſammengeſetzt. Wahrſcheinlich enthält er auch nur 48 At. Waſſer, obgleich man die Waſſermenge auf 50 At. feſtſetzen zu müſſen glaubte. Bei der Analyſe deſſelben fand man

4 At. Schwefelſäure	=	2004,64	oder	34,00
1 At. Thonerde	=	643,32	—	10,52
1 At. Natron	=	390,92	—	6,48
50 At. Waſſer	=	2812,00	—	49,00
		5850,88		100,00

Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die überſchüſſigen 2 At. Waſſer nur mechaniſch zwiſchen die Kryſtallblättchen eingeſchloſſen und nicht chemiſch gebunden ſind.

Capitel X.

Beryllium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Phosphor und Arſenik. Beryllerdeſalze, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuren gebildet werden.

Beryllium. (Glucinium.)

1266. Das Beryllium wurde zuerſt von Wöhler auf dieſelbe Weiſe wie das Aluminium und Yttrium dargeſtellt. Die Reduktion des Chlorids durch Kalium findet auch unter ſtarker Wärmeentwicklung Statt. Die graue aus Chlorkalium und Beryllium beſtehende Maſſe löſt ſich unter Entwicklung von ſtinkendem Waſſerſtoffgas auf, indem das Beryllium ſich als ſchwarzgraues Pulver abſondert, welches man aufs Filter bringt, auswäſcht und trocknet. Das Beryllium iſt ein dunkelgraues Pulver, welches ganz das Anſehen eines ſehr fein gefällten Metalls hat. Unter dem Polirſtahl erhält es einen dunkeln Metallglanz. Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt es ſich weder im Waſſer, noch in der Luft, ja ſelbſt nicht im kochenden Waſſer.

Erſt wenn das Beryllium bis zur Rothglut erhitzt wird, entzündet es ſich an der Luft, auch in Sauerſtoffgas brennt es in dieſer Temperatur mit großem Glanz, die gebildete Beryllerde zeigt keine Spur von Schmelzung.

Wird das Beryllium in konzentrirter Schwefelſäure erhitzt, ſo löſt es ſich unter Entbindung von ſchweflichter Säure auf. In gewöhnlicher Schwefelſäure und Salzſäure löſt es ſich mit Waſſerſtoffentbindung, und in Salpeterſäure unter Entwicklung von ſalpetrichter Säure auf. Auch in einer Kali-

auflöſung wird es mit Waſſerſtoffgasentbindung aufgelöſt, allein das Ammoniak, welches das Aluminium auflöſt zeigt darauf keine Einwirkung.

Berylliumoxyd.

(Synon. Beryllerde, Glycinerde, Süßerde. Lat. **Beryllium oxydatum. Beryllia.** Franz. **Glucine.**)

1267. Vauquelin entdeckte dieſes Oxyd auf Haüy's Veranlaſſung indem er die Analyſe des Berylls, eines grünlichen, ſehr harten Steins machte. Man findet dieſen Stein in den ſybiriſchen Gebirgen kryſtalliſirt, aber auch in andern Gegenden kommt derſelbe vor, beſonders in der Umgegend von Limoges (Frankreich); man nennt ihn gewöhnlich gemeinen Smaragd.

Bereitung. Die Beryllerde wird meiſtens aus dem Letztern abgeſchieden. Man pulveriſirt den Stein ſo fein als möglich und ſchmelzt ihn mit der dreifachen Menge Ätzkali in einem Silbertiegel. Die geſchmolzene Maſſe wird dann in Waſſer gethan, in Salzſäure aufgelöſt und wieder zur Trockne abgeraucht. Der Rückſtand wird nun mit viel Waſſer behandelt, um die gebildeten Chloride aufzulöſen, und filtrirt um die Kieſelerde abzuſcheiden. In die Auflöſung giebt man kohlenſaures Ammoniak im Überſchuß; dadurch wird der Kalk nebſt dem Chrom und Eiſen gefällt, dagegen bleibt die Beryllerde durch das überſchüſſige kohlenſaure Ammoniak aufgelöſt; man filtrirt aufs Neue, und kocht dann die durchgelaufene Flüſſigkeit, wodurch die kohlenſaure Beryllerde gefällt wird. Der Niederſchlag wird dann ausgewaſchen, getrocknet und geglüht, wodurch die Kohlenſäure verjagt wird und die reine Beryllerde zurückbleibt. Dieſe iſt weiß, locker weich anzufühlen, geſchmack- und geruchlos, klebt ſtark an der Zunge, iſt im Waſſer unauflöslich und reagirt auf die blauen Pflanzenfarben nicht. Im Eſſenfeuer iſt ſie unſchmelzbar. Auf Sauerſtoffgas wirkt ſie nicht, abſorbirt aber die Kohlenſäure der Luft bei gewöhnlicher Temperatur. Dieſes Oxyd beſteht aus

2 At. Beryllium	= 662,56	oder	68,83
3 At. Sauerſtoff	= 300,00	—	31,17
1 At. Berylliumoxyd	= 962,56		100,00

Chlorberyllium. (Chlorure de Glucinium).

1268. Das Chlorberyllium wird auf dieſelbe Weiſe bereitet wie das Chloraluminium und Chloryttrium; es iſt dem erſteren ſehr ähnlich, ſublimirt in ſchneeartigen, ſeidenglänzenden Flocken, iſt bei gelinder Hitze ſchmelzbar und bildet dann braune Tropfen; im Waſſer iſt es auflöslich.

Bromberyllium. (Bromure de Glucinium.)

Wird das Beryllium in Bromdampf erhitzt, ſo entzündet es ſich ſehr leicht. Die dadurch erzeugte Verbindung ſublimirt in langen weißen Nadeln, es iſt ſchmelzbar, ſehr flüchtig und löſt ſich unter ſtarker Erhitzung im Waſſer auf.

Jodberyllium. (Iodure de Glucinium.)

Dieſe Verbindung verhält ſich wie die beiden Vorhergehenden und wie das Jodyttrium.

Schwefelberyllium. (Sulfure de Glucinium.)

1269. Das Schwefelberyllium erglüht bei ſeiner Bildung faſt eben ſo ſtark, als wenn das Metall in Sauerſtoff verbrannt wird. Die Verbindung findet Statt, wenn man Beryllium in Schwefeldampf erhitzt. Das Schwefelberyllium iſt eine graue ungeſchmolzene Maſſe, welche ſich ſchwierig, aber ohne Schwefelwaſſerſtoffentbindung im Waſſer auflöſt. Mit Säuren zuſammengebracht entbindet ſich dieſes Gas ſehr raſch.

Selenberyllium. (Seleniure de Glucinium.)

Das Selen wirkt gerade wie der Schwefel auf das Beryllium und die Verbindung hat ähnliche Eigenſchaften wie das Vorige.

Phosphorberyllium. (Phosphure de Glucinium.)

1270. Das Beryllium brennt in Phosphordampf unter

lebhafter Lichtentwicklung. Das erzeugte Phosphorberyllium iſt grau, pulverig und bildet mit Waſſer zuſammengebracht ſelbſtentzündliches Phosphorwaſſerſtoffgas.

Arſenikberyllium. (Arseniure de Glucinium.)

Beryllium verhält ſich gegen Arſenik, wie das vorige; es vereinigt ſich damit zu einem grauen Pulver, welches in Berührung mit Waſſer Arſenikwaſſerſtoffgas entbindet.

Beryllerdeſalze.

1271. Sie zeichnen ſich durch einen ſüßen zuſammenziehenden Geſchmack aus. Durch die Alkalien werden ſie gefällt, allein Ätzkali oder Ätznatron, ſo wie die kohlenſauern Salze derſelben löſen den Niederſchlag wieder auf, letztere aber nicht ſo leicht als die erſteren. Ammoniak löſt den Niederſchlag nicht auf, allein dieß geſchieht ſehr leicht durch kohlenſaures Ammoniak. Hinſichtlich der Auflöſung im Ätzkali und Natron hat die Beryllerde Ähnlichkeit mit der Thonerde; mit der Yttererde aber darin, daß ſie ſich nicht in Ätzammoniak, ſondern in kohlenſauerm Ammoniak auflöſt; übrigens löſt dieſes Salz vier bis fünfmal mehr von der Beryllerde als von der Yttererde auf.

Die ſchwefelſaure Beryllerde kryſtalliſirt nicht, auch bildet ſie mit ſchwefelſaurem Kali keine alaunartige, kryſtalliſirbare Verbindung.

Schwefelſaure Beryllerde. (Sulfate de Glucine.)

1272. Man bereitet ſie durch Auflöſen der Beryllerde in verdünnter Schwefelſäure bis zur Sättigung der Letzteren. Wird die Auflöſung abgedampft, ſo erhält man, obſchon ſchwierig, kleine nadelförmige Kryſtalle; gewöhnlich erhält man nur eine ſyrupartige Maſſe. Dieſes Salz iſt weiß, ſchmeckt ſüß und etwas zuſammenziehend und deliqueszirt gelinde. Erhitzt kommt es in den wäſſrigen Fluß, verliert ſein Waſſer und zerfällt in Pulver. In der Rothglühhitze wird es vollſtändig zerſetzt, die Säure verflüchtigt ſich und die Beryllerde bleibt zurück. Es beſteht aus

1 At. Beryllerde	=	962,56	oder 39,03
3 At. Schwefelſäure	=	1503,48	— 60,97
1 At. ſchwefelſaures Salz	=	2466,04	100,00

Phosphorſaure Beryllerde. (Phosphate de Glucine.)

1273. Dieſes Salz iſt unauflöslich; man erhält es durch Zerſetzung zweier Salze mittelſt doppelter Wahlverwandtſchaft; es fällt als weißes Pulver nieder, das ſich an der Luft nicht verändert. In ſtarker Hitze ſchmilzt es zu einem durchſichtigen Glaſe.

Salpeterſaure Beryllerde. (Nitrate de Glucine.)

Sie ſchmeckt ſüß zuſammenziehend, iſt ſehr zerfließlich und ſo ſehr im Waſſer auflöslich, daß ſie nur ſchwer ganz trocken erhalten werden kann. Durch Abdampfen nimmt ſie honigartige Conſiſtenz an. In der Hitze ſchmilzt ſie und wird ſehr leicht zerſetzt. Man bereitet dieſes Salz durch Auflöſen des Oxydes in Salpeterſäure.

Kohlenſaure Beryllerde. (Carbonate de Glucine.)

Dieſes Salz iſt weiß, pulverig, fettig anzufühlen, geſchmacklos und ſehr leicht. Im Waſſer iſt es unauflöslich und an der Luft unveränderlich. In der Hitze zerſetzt es ſich leicht. Man bereitet es durch Fällen eines auflöslichen Beryllerdeſalzes mittelſt eines kohlenſauern Alkalis.

Capitel XI.

Zirkonium; Verbindungen deſſelben mit Sauerſtoff, Chlor und Schwefel; Zirkonerdeſalze, welche durch nichtmetalliſche Mineralſäuren gebildet werden.

1274. Die Zirkonerde wurde von Klaproth 1789 entdeckt, in einem von der Inſel Zeylon kommenden, Zirkon genannten Edelſtein. Derſelbe Chemiker fand dieſen Körper auch im Hyazinth, einem andern von der nämlichen Inſel kommenden Edelſtein. Im Jahr 1795 machte er die Reſultate ſeiner Unterſuchungen bekannt, nach welchen die Zirkonerde als eine neue von den übrigen weſentlich verſchiedene Erde angenommen wurde. Davys Entdeckungen über die Zuſammenſetzung der Alkalien machte auch die Exiſtenz eines metalliſchen Radikals der Zirkonerde wahrſcheinlich.

Später ſtellte Berzelius dieſes Radikal dar und zeigte, daß daſſelbe dem Silicium ähnlicher iſt, als den eigentlichen Metallen.

Das Zirkonium iſt ein kohärentes, ſchwarzes kohlenähnliches Pulver. Unter dem Polirſtahl wird es dunkelgrau und faſt metalliſch glänzend. Die Elektrizität leitet es nicht. An der Luft erhitzt fängt es Feuer und oxydirt ſich. Das chlorſaure und ſalpeterſaure Kali oxydiren es beinahe gar nicht, ſelbſt in der Rothglühhitze nicht. Dagegen wird es von kohlenſauerm Kali ſehr leicht mit Hilfe der Wärme oxydirt. Auch der waſſerhaltige Borax oxydirt es ſehr leicht, wenn man erhitzt. Die Fluorwaſſerſtoffſäure iſt die einzige, welche das Zirkonium angreift und dieſe Einwirkung findet ſchon in der Kälte ſtatt. Durch Kaliauflöſung wird es nicht verändert.

Zur Bereitung des Zirkoniums muß man zuerſt Fluorzirkonium und Kalium darſtellen. Das erſtere wird ganz trocken in einem kleinen eiſernen Schmelztiegel mit Kalium vermengt und dann zugedeckt. Die Reduktion geht in der Rothglühhitze vor ſich. Man erhält dann eine ſchwarze Maſſe, welche mit Waſſer ausgewaſchen wird; hierdurch löſt ſich das gebildete Fluorkalium auf, während das Zirkonium als Pulver niederfällt. Man bringt daſſelbe auf ein Filter, wäſcht es dann anfangs mit Salmiakauflöſung und zuletzt mit Alkohol aus und trocknet es. Reines Waſſer darf man zu dieſem Zwecke nicht anwenden, weil ſonſt das Zirkonium durchs Filter gehen würde.

Zirkoniumoxyd oder Zirkonerde (Zircone). Man ſcheidet dieſe aus dem Hyazinth, der ſich in dem Flußſand der Expailly (obere Loire) in Menge findet. Man ſchmelzt ihn mit dem dreifachen Gewichte Ätzkali. Die geſchmolzene Maſſe wird mit verdünnter Salzſäure behandelt, und dann bis zur Trockenheit abgedampft, um die Kieſelerde abzuſcheiden. Der Rückſtand wird hierauf in Waſſer aufgenommen, welches das Chlorzirkonium und Chloreiſen auflöſt und die Kieſelerde zurückläßt. Man filtrirt und giebt zur durchgelaufenen Flüſſigkeit Ammoniak, welches die Zirkonerde und das Eiſenoxyd als Hydrate fällt. Nachdem man den erhaltenen Niederſchlag wohl ausgewaſchen hat, wird er mit Sauerkleeſäure gekocht; dadurch erzeugt ſich auflösliches ſauerkleeſaures Eiſen und unauflösliche oxalſaure Zirkonerde. Beide werden durch Filtriren von einander geſchieden; der Niederſchlag dann ausgewaſchen und geglüht iſt reine Zirkonerde.

Die Zirkonerde iſt weiß, geſchmack- und geruchlos, im Waſſer unlöslich und vor dem Löthrohr unſchmelzbar; wird ſie etwas ſtark geglüht, ſo iſt ſie nachher in Säuren unauflöslich; ihr ſpez. Gew. iſt 4,3. Sie beſteht aus

2 At. Zirkonium	=	840,42	oder	73,69
3 At. Sauerſtoff	=	300,00	—	26,31
1 At. Zirkonerde	=	1140,42		100,00

1275. Zirkonerdehydrat. Es enthält 1 At. Zirkonerde und 3 At. Waſſer. Dieſes Hydrat löſt ſich leicht in verdünnten Säuren auf. Das kohlenſaure Ammoniak löſt

es nur äußerſt ſchwierig und ſehr unvollſtändig auf. Wird dieſes Hydrat bis zu 100° erhitzt, wenn ſelbſt im Waſſer, ſo verliert es von ſeiner Löslichkeit in den Säuren. Wird es im luftleeren Raum noch ſtärker erhitzt und dann der Luft noch unter der Rothglühhitze ausgeſetzt, ſo erglüht es und wird gänzlich unlöslich in den Säuren.

1276. Chlorzirkonium. (Chlorure de Zirconium.) Erhitzt man das Zirkonium im Chlorgas, ſo bildet ſich Chlorzirkonium. Leichter würde man es bereiten, wenn man ein Gemenge von Zirkonerde und Kohle mit Chlor behandelte. In Auflöſung erhält man es durch Vereinigung der hydratiſchen Zirkonerde oder ihres kohlenſauern Salzes mit Salzſäure; die Auflöſung liefert effloreszirende Kryſtalle. In konzentrirter Salzſäure ſind dieſelben kaum auflöslich. Dieſes Chlorid geht leicht in Orydchlorid über, beſtehend aus 1 At. Oxyd und 1 At. Chlorid.

1277. Schwefelzirkonium. (Sulfure de Zirconium. Berzelius bereitete es durch Verbrennen des Zirkoniums in Schwefeldampf. Die erhaltene Verbindung iſt hellbraun oder zimmtfarbig. Das Waſſer und die meiſten Säuren zeigen gar keine Wirkung auf daſſelbe; blos von Königswaſſer und Salpeter-Flußſäure wird es angegriffen.

Zirkonerdeſalze.

1278. Sie haben einen adſtringirenden, widrigen Geſchmack. Durch ſchwefelſaures Kali werden ſie niedergeſchlagen, welches ſich ihrer Säure bemächtigt, um ein ſaures ſchwefelſaures Salz zu bilden, während die Zirkonerde als baſiſch-ſchwefelſaures Salz gefällt wird. Durch Ätzkali werden ſie gefällt, ohne durch einen Überſchuß deſſelben wieder aufgelöſt zu werden. Kohlenſaures Kali und Natron löſen das Zirkonerdehydrat nicht auf, fällt man aber ein Zirkonerdeſalz durch ein kohlenſaures Alkali, ſo wird der Niederſchlag durch einen zugefügten Überſchuß wieder aufgelöſt. Man bemerkt dieß vorzüglich, wenn man das aufgelöſte Zirkonerdeſalz tropfenweiſe unter beſtändigem Umrühren in eine Auflöſung von kohlenſauerm Alkali giebt.

1279. Schwefelſaure Zirkonerde. (Sulfate de Zircone.) Dieſes Salz iſt ein weißes Pulver, im Waſſer unauflöslich, geſchmacklos, unveränderlich an der Luft und leicht durch Hitze zerſetzbar. Es löſt ſich in überſchüſſig zugeſetzter Säure auf und kryſtalliſirt dann in ſternförmig zuſammengehäuften, durchſichtigen Kryſtallen, die in Waſſer auflöslich ſind und zuſammenziehend ſchmecken. Man bereitet es durch Auflöſung der Zirkonerde in Schwefelſäure, indem man die erhaltene Flüſſigkeit zur Trockenheit abdampft. Löſt man Zirkonerdehydrat in dieſem Salze auf, ſo erhält man ein baſiſches im Waſſer lösliches Salz, welches durch Abdampfen eine gummiartige Maſſe bildet. Zuletzt wird dieſelbe weiß und undurchſichtig. Fügt man zu einer Auflöſung dieſes baſiſchen Salzes Waſſer, ſo trübt ſie ſich und läßt ein noch baſiſcheres Salz niederfallen.

Das neutrale Salz enthält 2 At. Zirkonerde und 3 At. Schwefelſäure. Das baſiſche Salz beſteht aus 4 At. Zirkonerde und 3 At. Säure, und das zweite unlösliche baſiſche Salz iſt aus 2 At. Zirkonerde und 1 At. Schwefelſäure zuſammengeſetzt.

1280. Salpeterſaure Zirkonerde (Nitrate de Zircone). Man bereitet es durch Auflöſen des Zirkonerdehydrats in Salpeterſäure. Dieſes Salz enthält immer einen Säureüberſchuß, röthet das Lakmus, ſchmeckt zuſammenziehend und kryſtalliſirt nicht. Wird die Auflöſung abgedampft, ſo erhält man eine gelbe, durchſcheinende, ſehr zähe, klebrige Maſſe, welche nur ſchwierig trocknet. Dieſe löſt ſich ſehr wenig im Waſſer auf und hinterläßt viel gallertartige durchſcheinende Flocken.

Fünftes Buch.

In dieſem Buche ſoll vorzüglich die techniſche Bereitung einiger im vorigen Buche aufgezählten und beſchriebenen Körper abgehandelt werden. Wir wollen dieß ungefähr in derſelben Ordnung thun, nach welcher dieſe Körper früher ſchon zuſammengeſtellt wurden.

Capitel I.

Vom Kalium und den Handelsprodukten, welche daſſelbe enthalten.

Im Handel findet man das Kalium als kohlenſaures, ſchwefelſaures, ſalpeterſaures Kali und als Chlorkalium. Vom ſalpeterſauern Kali werden wir erſt weiter unten bei der Bereitung des Pulvers ſprechen. Das ſchwefelſaure Kali iſt faſt immer nur Nebenprodukt bei der Schwefelſäure- und Salpeterſäurefabrikation; auch vom Chlorkalium gilt dieß, indem es nur ein zufälliges Produkt bei einigen Gewerbszweigen iſt. Wir beſchränken uns hier alſo hauptſächlich auf das kohlenſaure Kali oder die Pottaſche; zugleich werden wir aber auch die Hauptquellen kennen lernen, welche das Chlorkalium und das ſchwefelſaure Kali liefern.

Pottaſche. (Potasses.)

1281. Die im Handel vorkommende Pottaſche beſteht hauptſächlich aus kohlenſauerm Kali, welchem noch mehr oder

weniger andere Stoffe beigemengt ſind, unter denen zuweilen das Chlorkalium und das ſchwefelſaure Kali eine ſehr nützliche Rolle ſpielen. Die Pottaſche iſt ſtets ein Produkt eingeäſcherter Pflanzen, deren Aſche ausgelaugt wird. Die erhaltene Lauge, welche alle in der Aſche vorhandenen auflöslichen Salze enthält, wird bis zur Trockne abgedampft und iſt dann rohe Pottaſche (salin); wird dieſe einer ſtarken Rothglühhitze ausgeſetzt, ſo erhält man erſt die eigentliche käufliche Pottaſche.

Die rohe Pottaſche iſt gewöhnlich dunkelbraun, welches von einem Gehalt an humusſauerm Kali herrührt, deſſen Menge nach der Temperatur variirt, welcher dieſelbe ausgeſetzt wurde. In der Rothglühhitze verbrennt die Humusſäure, das humusſaure Kali geht in kohlenſaures Kali über und die braune Farbe der rohen Pottaſche verſchwindet, während der Rückſtand eine röthliche, grüne oder blaue Farbe annimmt. Die erſtere rührt von Eiſenoxyd und die zwei andern von manganſauerm Kali her, welches ſich ſtets bildet, wenn die rohe Pottaſche Mangan enthält und in Berührung mit der Luft bis zur Rothglut erhitzt wird.

Durch die Kalzination wird die Pottaſche leicht, porös und klingend. Treibt man das Glühen ſehr weit, ſo ſchmilzt ſie und bildet eine harte und feſte Maſſe.

Die Bereitung der Pottaſche iſt äußerſt leicht. Man verbrennt zuerſt die Hölzer oder Kräuter, welche man dazu verwenden will. *) Man macht eine große Grube in die Erde, deren Grund und Seitenwände recht feſt geſchlagen werden und füllt ſolche mit den zu verbrennenden vegetabiliſchen Stoffen. Hierauf zündet man die Haufen an und läßt ſie ſo langſam vom Feuer verzehren, bis die Einäſcherung

*) Nur in ſehr holzreichen, unwirthbaren Gegenden, welche großen Überfluß an Holz haben, verbrennt man dieſes der Pottaſchengewinnung wegen allein; außerdem aber ſammelt man zu dieſem Zwecke gewöhnlich nur die Aſche des in Öfen verbrannten Holzes. Mit Vortheil würde man an vielen Orten Pflanzenſtoffe auf Pottaſche benützen können, die gewöhnlich weggeworfen werden, hierher gehören z. B. die aus den Äckern herausgeriſſenen Graswurzeln, Kartoffelkraut und Stengel, Tabackſtengel, Haidekraut, Farrenkräuter und andere an öden Plätzen wachſende Pflanzen, die man gewöhnlich ganz unbenutzt verfaulen läßt. A. u. E.

ganz vollendet iſt. Brennt das Feuer zu raſch und gewaltſam, ſo wird durch den ſtarken Luftzug viele Aſche mit fortgeriſſen und es entſteht dadurch Verluſt. Die in der Grube zurückgebliebene Aſche wird nun in Schoppen gebracht, um ſie gegen den Regen zu verwahren. Bisher hat man beobachtet, daß die alte, lange liegende Aſche leichter auszulaugen iſt, als die friſch gewonnene. Berthiers Erfahrungen in dieſer Beziehung erklären dieſe Thatſache zur Genüge, ſo daß man wirklich darauf Rückſicht zu nehmen Urſache hat.

Die beim Auslaugen zu beachtenden Regeln ſind dieſelben, welche wir ſpäter bei dem Auslaugen der Salpetererde erwähnen werden. Die Aſche wird dreimal nach einander ausgelaugt. Die erſte Lauge iſt die reichhaltigſte; die zweite iſt ſchon minder reich und die dritte enthält am wenigſten auflösliche Salze. Die erhaltenen Laugen werden nun auf andere mit friſcher Aſche gefüllte Fäſſer oder Bottiche gegoſſen und ſo fortgefahren, bis man ſie auf 15° nach Baumé's Aräometer gebracht hat; erſt bei dieſer Stärke ſind ſie ſiedewürdig. Um das Auslaugen ſchnell und ſicher zu bewerkſtelligen, wendet man heißes Waſſer dazu an. Zu dieſem Ende hat man einen Keſſel, der zum Wärmen des Waſſers und der Lauge beſtimmt iſt, welche man wieder zum Auslaugen friſcher Aſche verwenden will.

Die 15grädigen Laugen werden zuerſt in Eiſenblechpfannen abgedampft, nachher aber wird die Operation in gußeiſernen Keſſeln vollendet. Der Rückſtand iſt die rohe Pottaſche, welche man mittelſt Meißeln vom Keſſel losmacht und herausnimmt. Die Einrichtung einer Pottaſchenſiederei iſt aus dem bereits Geſagten leicht begreiflich. Man baut drei Öfen, wovon zwei zur Aufnahme der Blechpfannen und der dritte für den gußeiſernen Keſſel beſtimmt iſt. Über dieſen drei Öfen ſind noch eine oder zwei andere Blechpfannen angebracht, zum Wärmen des Waſſers oder der ſchwachen Laugen, welche zum Auslaugen der Aſche beſtimmt ſind; dieſe Wärmepfannen werden durch das Feuer der Öfen zugleich mit geheitzt, wodurch eine bedeutende Erſparniß an Brennſtoff erzielt wird. Seitwärts von den Öfen befinden ſich fünfzehen, in drei Reihen abgetheilte Auslaugebottiche. Iſt die Arbeit im Gange,

ſo werden alle genannten Operationen gleichzeitig vorgenommen; man trocknet die rohe Pottaſche, man dampft die Laugen ab und erwärmt das Waſſer oder die armen Laugen zugleich. Durch angebrachte Röhren kann man das heiße Waſſer ſogleich aus den Pfannen in die Laugefäſſer leiten.

Am leichteſten geht das Auslaugen, wenn man jedes Faß mit einem doppelten Boden verſieht; der innere Boden iſt durchlöchert und wird über den äußern Boden ſo befeſtigt, daß zwiſchen beiden ein Zwiſchenraum von ungefähr 2—3 Zoll bleibt. Man bedeckt den innern Boden mit einer Lage Stroh, über welche man Leinentuch breitet. Der ſo vorgerichtete Bottich wird nun mit Aſche gefüllt, die vorher mit Waſſer angefeuchtet worden; auf die in dem Bottich befindliche Aſche wird hierauf Waſſer gegoſſen, welches man zwölf Stunden lang darauf ſtehen läßt, worauf dann die Lauge durch den unten angebrachten Hahn abgezapft wird. Man giebt dann friſches Waſſer darauf, was man mehrere Stunden damit in Berührung läßt und dann wiederum abzapft. Dieſe Arbeit wird ſo lange wiederholt, bis die Aſche gänzlich ausgelaugt iſt. Die erhaltenen Laugen werden je nach ihrer Stärke entweder blos gewärmt, indem ſie dann zu neuen Auslaugungen beſtimmt ſind oder ſie werden abgedampft, wenn ſie nämlich 15° am Aräometer zeigen.

Die rohe Pottaſche wird in einem beſonders konſtruirten Flammofen geglüht; dieſer hat zwei Feuerplätze, von welchen die Flamme bis in die Mitte des Ofens gelangt und dann durch die Thüre fortzieht, durch welche man die rohe Pottaſche einträgt. Der Ofen wird anfangs bis zur Rothglut geheitzt, und dann erſt wirft man die rohe Pottaſche hinein. Dieſe trocknet nach und nach ganz aus, ohne ihren Aggregatzuſtand zu verändern, wenn nicht zu viel Waſſer vorhanden war; findet das Letztere Statt, ſo ſchmilzt ſie und haftet ſo feſt an der Ofenſohle an, daß ſie nur mit Mühe wieder losgebrochen werden kann. Anfangs verkniſtert die rohe Maſſe, was von dem Chloridgehalt derſelben herrührt, nachher ſchmilzt ſie etwas und bläht ſich auf. Sie adhärirt einigermaſſen am Boden, allein wenn man die obere Kruſte des Kuchens auf die Seite ſchiebt, ſo wirkt die Flamme auch auf

die untern Theile der Maſſe und dieſe löſt ſich dadurch leicht von der Ofenſohle ab. Eine Stunde nach Beginn der Arbeit ungefähr entzündet ſich die Humusſäure und die übrigen in der rohen Pottaſche enthaltenen Pflanzenſtoffe verbrennen zugleich damit. Die der Flamme unmittelbar ausgeſetzte Fläche wird anfangs ſchwarz, ſpäter aber weiß und indem man die Maſſe von Zeit zu Zeit mit einem Rührhacken wohl durcharbeitet, wird ſie zuletzt durch und durch in Pottaſche verwandelt. Obſchon dieſe Operation ſehr einfach zu ſeyn ſcheint, ſo trifft es ſich doch häufig, daß die rohe Pottaſche ſehr viel Chloride enthält, und dieſe ſchmelzen dann ehe die Verbrennung der organiſchen Stoffe vollendet iſt; in dieſem Falle zeigen dann die Pottaſchenſtücke im Innern braune Stellen, welche von noch unverbrannten Pflanzenſtoffen herrühren. Um dieſen Übelſtand zu vermeiden, muß man die Kalzination ſehr langſam vornehmen, ſo daß alles Organiſche verbrannt iſt, ehe die Maſſe noch in den Fluß kommt. Die Ofenſohle muß entweder von Sandſtein oder Gußeiſen ſeyn; auch aus Backſteinen kann ſie konſtruirt werden, allein ſie wird dann zu ſchnell durch die Pottaſche angegriffen und zerſtört.

Zur Kalzination von 1200 Kilogr. roher Pottaſche braucht man zwei Kubikmeter Holz; man wählt dazu trockenes, um eine lange Flamme zu erhalten. Die rohe Pottaſche verliert durch das Kalziniren 10—20 Prozent am Gewichte.

In der Pflanzenchemie werden wir weiter unten die Reſultate zahlreicher Verſuche anführen, welche man zur Beſtimmung des Pottaſchengehaltes verſchiedener Hölzer angeſtellt hat. *) Außerdem werden wir in einem beſondern, dem analytiſchen Theile der Chemie gewidmeten Capitel die Mittel angeben, deren ſich Gay-Luſſac bediente, um den in der käuflichen Pottaſche vorkommenden, verſchiedenen Gehalt an kohlenſauerem, ſalzſauerm und ſchwefelſauerem Kali zu beſtimmen.

1282. In Weinländern kennt man eine Art Pottaſche, die man Druſenaſche, Weinhefenaſche nennt, und wel-

*) Wir verweiſen vorläufig auf die von Berthier angeſtellten Unterſuchungen S. Dinglers polyt. Journal. Bd. 22. S. 150.

che durch Kalzination der Weinhefe gewonnen wird. Da die Weinhefe viel doppelt weinſteinſaures Kali enthält, ſo verwandelt ſich dieſes durch das Glühen in kohlenſaures Kali; außerdem aber finden ſich noch andere Salze z. B. ſchwefelſaures Kali nebſt organiſchen Stoffen in der Weinhefe. Vortheilhafter iſt es aus letzterer den Weinſtein zu gewinnen, weil dieſer mehr gilt als das daraus erhaltene kohlenſaure Kali.

Sobald der Wein abgezogen iſt, ſo ſammelt man die in den Fäſſern zurückgebliebene Hefe und läßt ſie einige Tage lang ruhig ſtehen; hierauf zieht man den darüber ſtehenden klaren Wein ab und preßt nun die rückſtändige Hefe in Säcken aus, in welche man je achtzehn Kilogr. der dekantirten Maſſe bringt. Nach dem Auspreſſen nimmt man die feſt zuſammen gebackenen Hefenbrode heraus, giebt ihnen eine gekrümmte Form gleich den Hohlziegeln und trocknet ſie auf Böden oder an der Sonne bis ſie endlich ganz ſpröde geworden und leicht zerbrechen. Jedes trockne Brod wiegt gewöhnlich 3 Kilog. Nun wird die Hefe ausgeglüht. Man nimmt dieſe Operation in freier Luft auf einem feſt geſchlagenen Boden vor, den man mit einer Mauer von zwei Meter im Durchmeſſer und 25 Centimeter Höhe umgiebt. Die Mauer iſt aus Backſteinen oder Ziegeln ohne Mörtelzuſatz. In die Mitte des Raumes legt man einen Büſchel Reißig und um dieſen herum zwanzig Hefenbrode und zündet dann an. Sobald die erſten Brode ſich entzündet haben fügt man neue hinzu und fährt ſo fort, indem man zugleich die Mauer in dem Maaße erhöht, als der Haufen größer wird. Hat man ungefähr 1000 Brode verbrannt, ſo hört man auf. Die Verbrennung darf nicht zu ſchnell und nicht zu langſam vor ſich gehen und aus Erfahrung weiß man, daß dieſelbe beſſer mit friſcher als mit verfaulter Hefe gelingt.

3000 Kilogr. verbrannte Weinhefe liefern 500 Kilogr. Weinhefenaſche, die gewöhnlich weiß und blau oder grün gefleckt iſt. Sie hat einen brennenden Geſchmack und liefert die Hälfte ſehr gute Pottaſche.

Hieher gehört auch die Waidaſche, welche aus Wein-

treſtern bereitet wird, die jedoch minder reine Pottaſche liefert, als die Erſtere.

1283. Im Handel iſt ein Produkt unter dem Namen von Wareckſoda bekannt, welche ihrer Zuſammenſetzung nach eigentlich mehr zu der Pottaſche geſtellt werden muß. Man gewinnt dieſe Soda an den Küſten der Normandie aus Seepflanzen, die unter dem Namen von Goëmon bekannt ſind. Die Pflanze iſt eine Fucusart, welche auf dem Waſſer ſchwimmt, nachdem man ſie ausgeriſſen hat. Hierdurch wird man in den Stand geſetzt ſie auf Haufen zuſammenzuſchieben und an die Orte hinzuziehen, an welchen ſie verbrannt werden ſollen. Das Verbrennen geſchieht in Gruben, und ſobald die rückſtändige Aſche zu ſchmelzen anfängt, ſo häuft man ſie auf. Es iſt dieß die rohe Soda, welche in den Bouteillenglasfabriken angewendet wird. Um die Wareckſalze daraus zu ziehen, laugt man dieſe Soda aus und dampft die erhaltene Flüſſigkeit ab. Die Mutterlauge enthält noch Jodſalze, und aus dieſen bereitet man das Jod. Die aus der rohen Wareckſoda gewonnenen Salze enthalten im Durchſchnitt nach Gay-Luſſacs Verſuchen

ſchwefelſaures Kali	19	
Chlorkalium . . .	25	100.
Chlornatrium . .	56	

Wegen ihres ſtarken Kaligehaltes könnten dieſe Salze auch zur Fabrikation des Alauns und des Salpeters angewendet werden. Die Wareckſalze laſſen ſich leicht aus ihrem Gehalt an Jodkalium erkennen.

Bereitung des Kaliums und Natriums.

1284. Kalium und Natrium werden auf gleiche Weiſe bereitet, nämlich entweder durch Zerſetzung ihrer Hydrate mittelſt Eiſen oder durch die Einwirkung der Kohle auf ihre kohlenſauren Salze. Die erſtere Methode wandten Gay-Luſſac und Thenard zuerſt an; ſie beſteht darin, daß man die Hydrate mit Eiſen weißglüht. Es entbindet ſich dabei Waſſerſtoff, Eiſenoxyd wird gebildet und das frei werdende Kalium oder Natrium wird aufgefangen. Wir werden zuvörderſt die Bereitung des Kaliums beſchreiben.

Da das Kali flüchtig iſt, ſo muß man es nach und nach mit dem glühenden Eiſen in Berührung bringen, obgleich man dieſes Metall eigentlich durch einfache Deſtillation eines Gemenges von Eiſen und Kalihydrat aus einer eiſernen Retorte in der Weißglut erhalten kann. Auf dieſe Weiſe habe ich es ſelbſt bereitet, allein das verflüchtigte Kali könnte in dieſem Falle den Retortenhals vollkommen verſtopfen, wodurch dann die Kaliumdämpfe keinen Ausgang mehr fänden.

Der Apparat von Gay-Luſſac und Thenard beſteht aus einem doppelt gebogenen Flintenlauf. (Taf. 17. Fig. 1.) Der Theil, welcher das Eiſen aufnehmen ſoll, wird in den Ofen etwas geneigt gelegt; nach der untern Seite zu mündet ſich der abwärts gebogene Flintenlauf in die Vorlage. Auf der andern Seite ſteigt er dagegen in die Höhe und ſtellt ſo ein geneigtes Rohr dar, in welches man das Kali bringt, was auf dieſe Weiſe hinabfließen kann, ſobald es geſchmolzen iſt, um in den horizontalen Theil zu gelangen und mit dem weißglühenden Eiſen in Kontakt zu kommen.

Die zur Aufnahme des Kaliums beſtimmte Vorlage iſt ein bauchiges, aus zwei genau in einander paſſenden Stücken beſtehendes Rohr. Auf dieſer Seite endigt ſich der Apparat in eine Gasröhre und auf der andern in eine Glasröhre, welche man in Queckſilber taucht, um als Sicherheitsrohr zu dienen. Zuweilen bringt man mit demjenigen Ende des Flintenlaufes, in welchem ſich das Kali befindet, einen Apparat in Verbindung, aus welchem ſich trocknes Waſſerſtoffgas entbindet, das man während der ganzen Operation langſam durch das Rohr ſtreichen läßt. Dadurch wird ſowohl die Erzeugung als auch das Abziehen der Dämpfe ſehr erleichtert und man erhält eine größere Ausbeute an Kalium. Auf der Tafel 17. Fig. 2. und 3. findet ſich der ganze Apparat dargeſtellt, woraus das Übrige zu erſehen iſt; wir haben nur noch über die Aufſtellung einzelner Theile deſſelben, ſo wie über den Gang der Operation ſelbſt einige Bemerkungen hinzuzufügen.

Das zur Zerſetzung des Kalis erforderliche Eiſen wird in Form von Drehſpähnen genommen; allein da es zuweilen

ſtellenweiſe oxydirt iſt, ſo muß man es vom Oxyd reinigen, weil dieſes das gebildete Kalium zum Theil wieder zerſtören kann und die Wirkung überhaupt minder kräftig machen würde, indem die wirkſame Oberfläche dadurch vermindert wird. Man reinigt die Drehſpähne vom Oxyd, indem man ſie in einem eiſernen Mörſer ſtößt. Hierauf bringt man ſie mit gröblich zerſtoßenem Glas in eine geräumige Glasflaſche und ſchüttelt das Gemenge eine Zeit lang um, wodurch das Oxyd abgerieben wird. Nachher wirft man alles in Waſſer und wäſcht das Oxyd weg, worauf das Eiſen ſchnell getrocknet wird. Während dem Trocknen oxydirt ſich das Eiſen wieder etwas, allein durch einige Stöße im Mörſer läßt ſich dieſer dünne Überzug von Oxyd wieder wegſchaffen.

Das Kalihydrat wird zu dem Behufe vorher rein bereitet und rothgeglüht. Man beſchlägt den Flintenlauf von B bis F mit einem Gemenge von 5 Sand mit 1 Töpferthon. Dieſer Lehmüberzug wird 5 bis 6 Tage im Schatten getrocknet, dann an der Sonne oder am Feuer. Alle Riſſe, die ſich unterdeſſen zeigen, werden aufs neue ſorgfältig verſtrichen. Die Eiſendrehſpähne werden der Länge nach von B bis F in das Rohr gelegt und das Kalihydrat von B bis A. Hierauf fügt man die Vorlage und die Röhre an den Apparat und befeſtigt den Roſt C an das Rohr, welches den Kohlen zur Unterlage dient, womit das Kali geſchmolzen wird. Durch die Thüre des Aſchenfalls leitet man ein Rohr, welches Luft aus einem guten Blaſebalg hinzuführt.

Iſt der Apparat ſo vorgerichtet, ſo wirft man abwechſelnd glühende und todte Kohlen in den Ofen, bis er ganz damit angefüllt iſt. Bei B legt man einen feuchten Lappen auf das Rohr, um die Schmelzung des Kalihydrats zu verhindern; das Feuer wird nun langſam angeblaſen, bis die Flamme zum Dom hinausſchlägt. In dieſem Momente wird ſo ſtark als möglich gefeuert. Hat man die Weißglut erreicht, ſo legt man glühende Kohlen auf den geneigten Roſt E′ um das Kali zu ſchmelzen. Man fängt ganz unten damit an und in dem Maaße als die Pottaſche ſchmilzt, gelangt ſie nach D und kommt mit dem Eiſen in ſehr hoher Temperatur in Berührung. Das Hydrat zerſetzt ſich und giebt theils

Waſſerſtoff, der entweicht und Kalium, welches ſich in H kondenſirt, und endlich Eiſenoxyd, das in D E bleibt. Gewöhnlich iſt das ſich entbindende Waſſerſtoffgas ſo mit Kaliumdämpfen gemengt, daß es ſich von ſelbſt entzündet.

Wenn die Temperatur nicht hoch genug wäre und die Schmelzung der Pottaſche fände dagegen zu ſchnell Statt, ſo würden die Gaſe, indem ſie aufhörten ſich in L zu bilden, in N ſich entbinden. Man müßte dann das Feuer im Ofen verſtärken und auf dem Roſt E′ es vermindern. Wenn das Feuer ſehr ſtark wäre und die Gasentbindung hörte plötzlich auf, ſo darf man hieraus ſchließen, daß das Rohr geborſten und die ganze Operation dann mißlungen iſt.

100 Grammen Kali geben 15—25 Grm. Kalium. In der Röhre findet man ⅗ des Kalis verbunden mit Eiſenoxyd, welche mit dem nicht oxydirten Eiſen eine feſt zuſammenhängende Maſſe bilden, welche ſelbſt noch etwas Kalium enthält.

Man nimmt die beiden Theile der Vorlage aus einander, und löſt das Kalium mittelſt eines gebogenen Eiſenſpatels davon ab und bringt es in ein Glas unter Naphta, welche zuvor über Kalk deſtillirt worden, um ſie ihres Waſſergehaltes zu berauben. Nachher formt man aus dem Kalium kleine Kügelchen, indem man es unter dem Petroleum ſchmelzt.

Das Natrium wird auf dieſelbe Weiſe bereitet; Gay-Luſſac und Thenard fanden aber, daß das Natrum leichter zerſetzt wird, wenn man es mit 1—2 Proz. Kali miſcht. Man erhält dann zwar eine Legirung von Kalium und Natrium, allein beide laſſen ſich leicht von einander trennen, wenn man die erhaltene Legirung in dünne Scheiben ſchneidet und in ein halb mit Petroleum gefülltes Gläschen bringt, deſſen Luft man von Zeit zu Zeit erneuert.

Brunner in Bern lehrte ein anderes Verfahren kennen. Man bringt nämlich kohlenſaures Kali in der Weißglühhitze mit Kohle in Berührung. Dieſer Apparat iſt Taf. 17. Fig. 4, 5, 6, 7 und 8 abgebildet. Es beſteht der Hauptſache nach aus einer eiſernen, Retorte oder Flaſche, in welche ein Flintenlauf eingeſchraubt iſt. Gewöhnlich nimmt man hierzu die eiſernen, zum Transport des Queckſilbers beſtimmten Flaſchen. Der Flintenlauf reicht in eine Vorlage von

Kupfer, worin ſich etwas Naphta befindet. Mittelſt eines Ladſtockes, welcher durch einen Kork geht, kann man den Flintenlauf während der ganzen Operation immer rein erhalten. Die Retorte wird in einen Windofen geſetzt und die Vorlage in Waſſer geſtellt, das von Zeit zu Zeit immer erneuert wird. Die Gaſe entweichen durch eine gerade Röhre, welche einen Meter lang iſt und ſechs bis acht Millimeter Durchmeſſer hat. Dieſe Röhren, obgleich ſie weit ſind, verſtopfen ſich doch häufig, weshalb man eine zweite vorräthig haben muß, um die erſte, im Fall des Verſtopftſeyns auszuwechſeln. Ihre Länge muß bedeutend ſeyn, denn die Gaſe, welche ſich von ſelbſt entzünden, würden mit Funkenſprühen brennen, wenn die Röhren nicht ſo lang wären, daß ſich die Gaſe darin abkühlen könnten.

Zur Kaliumbereitung iſt vor allem ein Gemenge von Kohle und kohlenſaurem Kali nöthig. Brunner empfiehlt die Anwendung des verkohlten Weinſteins, und auch Wöhler hat ſich deſſelben bedient. *) Man verkohlt zu dem Endzweck in einem Tiegel 4—6 Pfd. Weinſtein und glüht ihn ſolange, bis kein Gas ſich mehr entbindet. Der Rückſtand beſteht dann aus 4 Thl. kohlenſauerm Kali und 1 Thl. Kohle. Hierzu giebt man noch den zwanzigſten Theil Kohle und bringt von dem Gemenge 1 Pfd. in die Retorte, an welche man einen Flintenlauf ſchraubt und dann heftig rothglüht. Nach einer halben Stunde kommt ſtatt des ſich anfänglich entbindenden Waſſers und Kohlenwaſſerſtoffgaſes, Kohlenoxydgas und Kalium in Dämpfen; dieſes erkennt man leicht an der grünen Farbe der Dämpfe. Die Retorte erſcheint

*) Brunner nahm anfangs zur Darſtellung des Kaliums ein Gemenge von 4 Unzen Kalihydrat, 6 Unzen Eiſendrehſpänen und 1 Unze Kohle, welches 2 1/2 Quint Kalium gab. 8 Unzen kohlenſaures Kali, 6 Unzen Eiſenſpäne und 2 Unzen Kohle lieferten daſſelbe Quantum Kalium.

Brunner verwirft übrigens die Anwendung des Eiſens, indem dadurch weniger Kalium erzeugt würde. Ich habe ſelbſt durch ſechs wiederholte Verſuche mittelſt ähnlicher Gemenge Kalium zu bereiten geſucht, reüſſirte aber nur ein einziges Mal. Bei den fünf übrigen Verſuchen bekamen die Retorten Löcher, was dagegen nie Statt fand, wenn kein Eiſen zugeſetzt wurde.

6 Unzen kohlenſaures Kali und 3 Unzen Kohle lieferten 3 Quint Kalium. 24 Unzen roher verkohlter Weinſtein gaben beinahe 5 Quint Kalium.

innen ganz grün und nun iſt der Augenblick gekommen, wo die Vorlage damit in Verbindung gebracht werden muß. Der Gang der Operation wird aus der Schnelligkeit der Gasentbindung aus der Glasröhre beurtheilt. Das entweichende Gas iſt Kohlenoxyd, welches theils kohlenſaures, theils krokenſaures *) Kali mit ſich fortreißt. Wenn die Gasentbindung zu heftig wird, ſo ſchließt man die Thüre des Aſchenfalls um das Feuer zu mäßigen; geht dagegen die Gasentbindung ſehr langſam, ſo reinigt man den Flintenlauf, ſollte dieß aber nichts helfen und das Feuer dennoch lebhaft brennen, ſo muß man fürchten, daß die Retorte entweder geſchmolzen oder geborſten iſt. Dieſe Methode hat den einzigen Nachtheil, daß das Flintenrohr äußerſt leicht durch ein Gemenge von kohlenſaurem und krokonſauerm Kali und Kohlenkalium verſtopft wird. Mit Hilfe eines Stäbchens läßt ſich jedoch daſſelbe zwei bis dreimal reinigen, allein nachher iſt man genöthigt, die Operation zu beendigen. Bei Reinigung des Flintenlaufes muß man vorſichtig ſeyn, den zuweilen findet eine Exploſion Statt, welche das Stäbchen mit Gewalt herausſchleudert und brennende Maſſen in der Richtung der Achſe des Rohrs auswirft; es muß ſich deßhalb der Arbeiter ſo ſtellen, daß ihn dieſe nicht verletzen können.

Jede Operation liefert 15—40 Grm. Kalium und der Rückſtand kann aufs Neue benützt werden. Auch die Re-

---

*) Gmelin erhielt bei dieſer Operation ein eigenthümliches Produkt, was er krokonſaures Kali nannte. Es iſt in der braunen Subſtanz enthalten, welche gewöhnlich den Flintenlauf verſtopft. Um es daraus abzuſcheiden, löſt man jene im Waſſer auf und filtrirt die Auflöſung, welche ſehr fein zertheilte Kohle auf dem Filter zurückläßt, Die Auflöſung, der freiwilligen Verdunſtung überlaſſen, giebt orangefarbig nadelförmige Kryſtalle, die man durch wiederholte Kryſtalliſation reinigt. Dieſes Salz ſcheint aber eher eine Verbindung von dem Radikal der Krokonſäure mit Kalium (Krokonkalium) zu ſeyn, und beſteht aus 1 At. Kalium 5 At. Kohlenſtoff und 4 At. Sauerſtoff. Faſt alle Krokonverbindungen ſind gelb, was auch Veranlaſſung zu dem Namen dieſes Stoffes gab, der von Crocus (Safran) hergeleitet iſt. Das Krokonkalium iſt im Alkohol unauflöslich; behandelt man es mit ſo viel Schwefelſäure, daß es nur theilweiſe zerſetzt wird, und fügt Alkohol hinzu, ſo erhält man Krokonwaſſerſtoffſäure. Dieſe iſt ſowohl im Waſſer als im Alkohol löslich, kryſtalliſirbar, orangefärbig, durchſichtig, geruchlos, herb von Geſchmack und wird im Feuer zerſetzt.

torten kann man wiederholt anwenden. Brunner ſchreibt vor, ſie mit Thon zu beſchlagen, allein Wöhler erwähnt nichts davon. Aus eigener Erfahrung weiß ich, daß dieß unnöthig iſt, wenigſtens braucht man nur einen dünnen Überzug von Kitt mittelſt eines Pinſels aufzutragen.

Ganz auf dieſelbe Weiſe bereitet man ſich das Natrium.

Capitel II.

Gewinnung des Kochſalzes.

Wir haben bereits geſehen, daß alle Handelsprodukte, welche Kalium zur Grundlage haben, urſprünglich von der Einäſcherung der Pflanzen herrühren. Nicht ſo verhält es ſich mit denjenigen Handelsartikeln, welche Natrium enthalten. Als Chlorid bildet dieſes Metall ungeheure Niederlagen in der Natur, die wahrſcheinlich nie ganz erſchöpft werden. Hierher gehören die meiſten Steinſalzgruben, die Salzquellen und das Meerwaſſer, welches Letztere ſchon beinahe allenthalben mehr als zwei Prozent Kochſalz enthält.

Das Kochſalz wird ſeines häufigen Vorkommens und ſeines niedrigen Preiſes wegen faſt durchgängig zur Fabrikation der natriumhaltigen Produkte angewendet. Dieſe aber beſtehen hauptſächlich in Kochſalz ſelbſt, in ſchwefelſauerm und mehr oder minder reinem kohlenſauerm Natron. Wir werden nun die Darſtellung dieſer Produkte nach einander betrachten und mit dem Kochſalz anfangen.

Das Kochſalz wird aus den Salzgruben, aus den Salzſoolen und dem Meerwaſſer gewonnen. Dieſe Gewinnung ſelbſt kann von verſchiedener Art ſeyn. 1.) Wenn das Steinſalz ſehr rein iſt, ſo wird es unmittelbar in den Handel geliefert. 2.) Iſt dieß jedoch nicht der Fall, ſo löſt man es auf und reinigt es durch Kryſtalliſation, wobei die Abdampfung durch Feuer geſchieht. 3.) Die Salzſoolen werden theils ſchnell mittelſt Feuer, oder langſam an der freien Luft in Gradirhäuſern abgedunſtet, theils werden aber auch dieſe beiden Verfahrungsarten zugleich angewendet, um das Salz daraus abzuſcheiden. 4.) Das Meerwaſſer wird an der Luft in den Salzteichen verdunſtet; 5.) wird daſſelbe durch Gefrieren in kalten Ländern konzentrirt. 6.)

In dem Departement de la Manche wendet man den ſalzhaltigen Sand an um das Meerwaſſer mit Salz zu ſättigen, und dampft es dann durch Feuer ab.

Steinſalz. (Sel gemme.)

1285. An verſchiedenen Punkten der Erde finden ſich bedeutende Salzlager, aus welchen man Salz gewinnen kann. Oft iſt dieſes Salz ſo rein, daß es unmittelbar zum Gebrauche ſich eignet, häufig aber iſt zuvor eine Reinigung nöthig.

Das Salz von Cardona in Catalonien und das Wieliczka in Polen iſt unter das Erſtere zu zählen. Man fördert die Salzmaſſen bergmänniſch zu Tage, verpackt ſie in Fäſſer und bringt ſie ſo in den Handel.

Anders verhält es ſich mit dem in den Umgebungen von Northwich in der Grafſchaft Cheſter vorkommenden Salze. Dieſes iſt zwar an ſich rein, allein es hat kleine Höhlungen in ſich, welche mit einer geſättigten Auflöſung von Chlormagneſium nebſt etwas Chlorcalcium angefüllt ſind. Zerſtört man dieſes Salz oder löſt es auf, ſo vermengt ſich das reine Chlornatrium mit jenen beiden Körpern, die es zerfließlich machen, und ihm einen widrigen Geſchmack ertheilen. Dieſe merkwürdige von Nicol beobachtete Thatſache zeigt zur Genüge, wie nöthig es iſt, dieſes Salz vor dem Gebrauche aufzulöſen und durch Kryſtalliſation zu reinigen. Man nimmt dieſe Arbeit in Liverpool vor, wo man das Meerwaſſer zum Auflöſen des rohen Salzes anwendet; die Auflöſung wird dann abgedampft und kryſtalliſirt.

In den Salzbergwerken zu Wieliczka fand man eine beſondere Abänderung des Steinſalzes, welches die ſeltenen Entzündungen erklärt, die man bisweilen in jenen Gruben beobachtet hat, und die man mit den in Kohlengruben häufig vorkommenden Schwaden verwechſelte. Dieſe Salzvarietät zerkniſtert, wenn man es in das Waſſer legt und auflöſt. Die Dekrepitation rührt von der Entbindung eines ſehr kondenſirten Gaſes her, welches ganz reines Waſſerſtoffgas zu ſeyn ſcheint. Offenbar werden hierbei die durch die Auflöſung dünn gewordenen Wände der Höhlungen durch das

ſich ausdehnende Gas zerſprengt. Bisher fand man dieſes Salz blos in Wieliczka, wahrſcheinlich aber wird es auch anderwärts vorkommen.

Salzquellen. (Sources salées.)

1286. Die Gewinnung des Salzes aus den Salzſoolen geſchieht auf verſchiedene Weiſe, je nachdem es die Umſtände erfordern; man kann übrigens dieſe verſchiedenen Verfahrungsarten hauptſächlich auf zwei reduziren, dieſe ſind: 1.) die Verdunſtung der Soolen an offner Luft mit Hilfe geeigneter Vorrichtungen, und 2.) die Verdampfung durch Feuer. Die Soolen enthalten gewöhnlich außer Chlornatrium, auch Chlormagneſium, ſchwefelſaure Magneſia, Gyps, kohlenſauern Kalk und zuweilen auch kohlenſaueres Eiſen mittelſt überſchüſſiger Kohlenſäure aufgelöſt.

Enthält die Soole kohlenſaures Eiſen, ſo ſetzt ſich Eiſenoxyd in Menge am Rand der Quelle, oder in den Röhrenleitungen ab, welche die Salzwaſſer an den Ort ihrer Beſtimmung bringen, ſo daß die Soolen bei ihrer Ankunft in den Siedehäuſern ihr Eiſen faſt gänzlich verloren haben.

Auch ein Theil des kohlenſauern Kalks, der durch Kohlenſäure aufgelöſt iſt, ſcheidet ſich aus. In dem Schlamme, welcher von beiden Körpern herrührt, wachſen zuweilen Converven, welche nach ihrem Abſterben verfaulen und dem Salzwaſſer einen ſtinkenden Geruch mittheilen, der ſich erſt beim Verſieden wieder verliert.

Iſt die Soole an ihren Beſtimmungsort gelangt, ſo wird ihre Konzentration folgendermaſſen bewirkt. Man hat beſondere Gradirhäuſer, welche ſehr lang und hoch ſind und von allen Seiten vom Winde beſtrichen werden können. Dieſe Gebäude werden im Innern ſo eingerichtet, daß die Soole möglichſt fein zertheilt wird, um das Waſſer zu verdunſten. Gewöhnlich wendet man hierzu Dornen an, welche in rechtwinklich-parallelepipediſcher Form zuſammengehäuft werden; aber auch Stricke oder Tafeln werden gebraucht. Die zu konzentrirende Soole wird von oben herab auf die Dornen gegoſſen, wodurch eine äußerſt feine Zertheilung derſelben bewirkt wird; ſie fließt nun allmählig herab

von einer Dornenſchicht zur andern und bietet ſo der Luft eine ungeheure Oberfläche dar, was die Verdunſtung ungemein befördert und beſchleunigt. Werden Stricke angewendet, ſo zieht man dieſe vertikal und erfüllt damit das ganze Gradirgebäude. Die Soole fließt ſenkrecht daran herab, wird wie in dem vorhergehenden Fall fein zertheilt, und bietet ebenfalls der Luft viel Oberfläche dar. Die Tafelgradirung beſteht der Hauptſache nach darin, daß man in dem Gradirhauſe hölzerne Flächen mit etwas erhabenem Rande anlegt, von denen mehrere über einander ſich befinden. Dieſe Tafeln ſind theils nach einer, theils nach der andern Seite ſanft geneigt. An der tiefer liegenden Seite iſt jede Tafel an einer Stelle durchbohrt, um die Soole auf die nächſt tiefer liegende Tafel fließen zu laſſen. Die Luft ſtreicht zwiſchen den einzelnen Tafeln durch und befördert ſo die Verdunſtung der Soole ſehr, welche auf den Tafeln eine große Oberfläche darbietet.

Die Dorngradirung wurde zuerſt in der Lombardei eingeführt. Später wendete man ſie auch in Sachſen an, und im Jahre 1559 wurde ſie in den baieriſchen Salinen angenommen. Von jener Zeit an wurde ſie in allen Salinen, wo die Verhältniſſe hierzu günſtig waren, eingeführt. Die Dornen werden bald in eine Reihe, bald in zwei oder in drei Reihen gebracht. Die Gebäude ſelbſt ſind aus Balken konſtruirt und auf Mauerpfeiler geſtützt; man verſieht ſie gewöhnlich mit einem Bretterdach, wodurch die Dornen gegen Regen geſchützt werden, welcher die Soole wiederum ſchwächer machen würde. Die Gradirhäuſer ſind 250—350 Meter lang und 8—10 Meter breit. Bei ihrer Errichtung muß man ſorgfältig die Lage berückſichtigen, da das Gradirhaus in eine gewiſſe Richtung gegen den herrſchenden Wind geſtellt werden muß. Es leuchtet von ſelbſt ein, daß der Wind die Gebäude in ſenkrechter Richtung treffen muß, um die größte Wirkung hervorzubringen. Auch die Vertheilungsart der Soole muß ſo eingerichtet werden, daß man leicht Veränderungen nach dem Windwechſel daran vornehmen kann. Man erfüllt dieſe Bedingung indem man oben auf dem Gradirhauſe Rinnen anbringt, die an den Seiten mit Einſchnit-

ten verſehen ſind. Brettchen, welche in die Rinnen gelegt werden, ſind gleichfalls mit Einſchnitten verſehen und müſſen längs des Rinnenrandes hin und her geſchoben werden können. Treffen nun die Einſchnitte des Brettchens mit denen der Rinne zuſammen, ſo fließt die Soole durch dieſe heraus, während dann auf der entgegengeſetzten Seite kein Ausfließen möglich iſt. Mittelſt eines zu dem Endzwecke angebrachten Hebels kann man augenblicklich die eine Seite ſchließen und die andere öffnen, indem man nämlich die mit Einſchnitten verſehenen Bretter verſchiebt.

Die Gradirhäuſer werden der Länge nach in zwei oder mehrere Abtheilungen getheilt: die erſtere iſt für die Aufnahme der unmittelbar aus der Quelle kommenden Soole beſtimmt, die zweite dagegen für diejenige Soole, welche ſchon einmal durch die Dornen gelaufen iſt ꝛc. Die Länge jeder Abtheilung, ihre Vereinigung unter einem und demſelben Dache, oder ihre Trennung in verſchiedene Gebäude, wird bloß durch die Lokalverhältniſſe beſtimmt, welche theils von der Güte der Soole, von der Beſchaffenheit des Terrains und von der möglichen Vertheilung der erforderlichen mechaniſchen Kräfte abhängen. Die Pumpen, welche die Soolen heben, ſind gewöhnlich mitten am Gradirgebäude angebracht und ſchöpfen dieſelbe in Behälter, welche ganz oben vorhanden ſind, und woraus ſie dann in die Rinnen fließt, um ſich auf die Dornen zu verbreiten. Dieſe Pumpen werden faſt immer durch Waſſerräder in Bewegung geſetzt.

Um ſich einen Begriff von dem Verdunſten der Soole machen zu können, geben wir hier folgende in Moutiers erhaltene Reſultate.

Fall.	Geſammtoberfläche der Dornen.	Dichtigkeit des Waſſers.	Verdunſtetes Waſſer.
. . . .		1,010	0,0
1ter und 2ter	5158	1,023	0,540
3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9ter .	2720	1,072	0,333
10ter	550	1,140	0,062
		Geſammtverdunſtung	= 0,935
		Rückſtändiges Waſſer bei 1,14 Dichtigkeit	= 0,065
		Waſſer, das bei 1,010 Dichtigkeit vorhanden war	= 1,000

Man erſieht aus dieſen Angaben, welche einer ſehr gründlichen Abhandlung des Herrn Berthier entnommen ſind, daß die Soole nicht weniger als zehenmal herabfallen mußte, um von 1,010 auf 1,140 konzentrirt zu werden; hierbei müſſen noch die Umſtände der Verdunſtung beſonders günſtig ſeyn, denn bisweilen muß dieſelbe Soole ein Gradirhaus mehreremale paſſiren, ehe ſie auf das folgende gebracht werden darf. Ein andrer wichtiger und wohlbekannter Umſtand geht noch daraus hervor: nämlich daß die Verzögerung, welche die Verdunſtung durch die Zunahme der Dichtigkeit erleidet, kaum merklich iſt. Dieſes zeigte ſich auch wirklich bei den hierüber angeſtellten Verſuchen, denn zu dem erſten und zweiten Herabfallen der Soole wird dieſelbe Zeit erfordert, wie zu den ſieben folgenden und dem zehenten; die Zahlen, welche in dieſen drei Fällen die Verdunſtung ausdrücken, wenn die Oberfläche gleich groß angenommen wird, ſind 10,12 und 11. Dieſem zufolge ſcheint die Verdunſtung ſelbſt noch zuzunehmen, allein dieß rührt von dem Verluſt her, der unvermeidlich iſt, und namentlich durch ſtärkern Wind veranlaßt wird, der immer etwas Soole fortführt. Die Menge des verdunſteten Waſſers ſollte zwar abnehmen, allein die angeführten Zahlen beweiſen zur Genüge, daß dieß in einem kaum merkbaren Verhältniß geſchieht.

Iſt die Soole auf 1,140 oder wenigſtens dieſer Dichtigkeit ſehr nahe gebracht, ſo läßt man ſie in große gemauerte Behälter oder Reſervoire, welche bedeckt ſind. In dieſen ſetzt ſie alle diejenigen Stoffe ab, welche im aufgeſchlämmten Zuſtande darin ſind und ihr ein trübes Anſehen geben; von den Reſervoiren wird ſie dann in die Siedehütten geleitet und daſelbſt in den Siedepfannen mittelſt Feuer raſch verdunſtet.

Enthält die Soolquelle kohlenſauern Kalk und Eiſen, ſo ſetzt die Soole kohlenſauern Kalk und Eiſenoxyd ab, bis ſie 3,5° nach Baumés Aräometer zeigt, was einer Dichtigkeit von 1,023 entſpricht. Da der ſchwefelſaure Kalk ſich in der Soole von 1,033 ſpezif. Gew. am leichteſten auflöſt, ſo iſt klar, daß bei größerer Konzentration derſelben die ſich abſetzenden Mengen mit dem verdunſtenden Waſſer in geradem Verhält-

niß ſtehen. Nach Berthier ſind die Zahlen, welche die Löslichkeit ausdrücken folgende:

Grade nach Baumé.	Aufgelöſter Gyps.
0°	0,0033
2°	0,0043
5°	0,00605 Maximum.
15°	0,0043
27°	0,0000

Demnach beſteht die ſich zuerſt während der Gradirung abſetzende Maſſe aus Gyps, kohlenſauerm Kalk und Eiſenoxyd; ſpäter ſetzt ſich reiner Gyps ab; die relativen Mengen dieſer Subſtanzen müſſen natürlich nach der Beſchaffenheit der Soole variiren. Nach folgender Tafel, welche die Waſſermengen angiebt, die durch die Gradirung von 1,6° bis 26° Baumé verdunſten, laſſen ſich alle Effekte der Gradirhäuſer berechnen. Es wurde dieſelbe von Berthier nach eignen Verſuchen entworfen.

Grade nach Baumé.	Gewicht des rückſtändigen Waſſers.	Gewicht des verdunſteten Waſſers.	Abgeſetzter Gyps.
1,6°	10000	"	"
2,0°	8400	1600	"
3,0°	5620	2780	"
4,0°	4040	1580	4
5,0°	3150	890	3,5
10,0°	1486	1664	10,5
15,0°	941	545	4,5
20,0°	703	238	2,6
25,0°	551	152	0,95
26,0°	526	25	0,1

Um von dieſer Tabelle Gebrauch machen zu können, bemerken wir nur, daß unter gewöhnlichen Umſtänden 60 Kilogr. Waſſer in vier und zwanzig Stunden auf den Quadratmeter Oberfläche von Dornen verdunſten. Man muß hauptſächlich auch die örtlichen Verhältniſſe berückſichtigen, um zu wiſſen bei welchem Grade man mit der Luftgradirung aufhören darf. 14° und 20° ſind die beiden äußerſten Gren-

zen, die das Reſultat der Gradirung einſchließen. Man begnügt ſich mit 14°, wenn man ſehr billigen Brennſtoff hat, treibt die Soole aber auf 20°, wenn dieſer theuer iſt. Um dieſen Punkt genau beſtimmen zu können, müßte man den Verluſt an Soole kennen, welcher eine Folge des Gradirens iſt. Man könnte dann den Werth des verlornen Salzes mit dem des Brennmaterials vergleichen, welches erforderlich iſt, um die Wirkung der Luft zu erſetzen.

1287. Die in den Reſervoiren enthaltene Soole wird unmittelbar in die Siedepfannen geleitet, wo ſie durch die Hitze verdampft. Dieſe Pfannen ſind ſehr groß und beſtehen aus ſtarken, 4—5 Millimeter dicken Eiſenblechplatten, welche durch Nietnägel mit einander verbunden ſind. Gewöhnlich ruhen die Pfannen auf gußeiſernen Pfeilern. Man feuert entweder mit Holz, Steinkohle oder Torf. In einigen deutſchen Salinen hat man für zwei Pfannen nur eine Feuerſtelle. Die erſte, welche direkte geheitzt wird, iſt die Siedepfanne, und die zweite darauf folgende die Stör- oder Setz-Pfanne. Die Pfannen ſind mit einem Bretterdach bedeckt, welches oben mit einer kegelförmigen Öffnung verſehen iſt, um dem Dampfe einen Ausgang zu geſtatten.

Die Siedearbeit kann in drei beſtimmte Abſchnitte geſchieden werden: 1.) das Stören der Soole, 2.) das Soggen oder Kryſtalliſiren des Salzes und 3.) das Trocknen des abgetropften Salzes. Dieſe drei Operationen ſind gleichzeitig im Gange und werden gewöhnlich durch ein einziges Feuer betrieben.

Schlotter oder Pfannenſtein nennt man eine ſich während dem Sieden der Soole reichlich abſetzende Maſſe, welche hauptſächlich aus einem Doppelſalz von Gyps und ſchwefelſaurem Natron beſteht.

Das Stören der Soole hat den Zweck alles ſchwefelſaure Doppelſalz, welches ſich bilden kann, aus der Soole abzuſcheiden. Man bringt zu dem Endzweck die Soole von 18° B. oder 1,140 ſpez. Gew. aus den großen Behältern in die Pfannen und läßt ſie daſelbſt ſieden. Es bildet ſich dann ein Schaum, der von dem Gerinnen organiſcher Stoffe herrührt. Zuweilen fügt man auch etwas Ochſenblut hinzu,

um dieſe Abſonderung zu befördern, gewöhnlich aber unterläßt man dieß. Da die Soole in dieſem Zuſtande faſt immer mit ſchwefelſauerm Kalk geſättigt iſt, ſo beginnt auch die Pfannenſteinbildung ſogleich. Das ſchwefelſaure Doppelſalz fällt zu Boden und reißt Kochſalz mit nieder; da dieſe Maſſe ſich an den Boden der Pfannen anlegen würde, ſo nimmt man ſie mit langen Krücken heraus und wirft ſie in viereckige Blechtröge, welche über der Pfanne angebracht ſind. Nach 15 bis 20ſtündigem Feuern fängt das Salz an zu kryſtalliſiren, allein noch ſchreitet man nicht zum Soggen. Man fügt neue ſchwächere Soole aus den Reſervoiren hinzu und fährt noch acht bis zehen Stunden lang mit dem Stören fort. Iſt die Pfanne voll Soole von 27° B. oder hat ſie 1,23 ſpez. Gew., ſo beginnt man mit dem Soggen.

Man läßt die Soole nun in die Soggepfanne laufen, unter welcher ganz langſam gefeuert wird. Das Salz kryſtalliſirt auf der Oberfläche der Soole in hohlen Pyramiden. Der wenige ſich bildende Schaum wird abgenommen, das kryſtalliſirte Salz mit Krücken zuſammengeſchoben und in trichterförmige Käſten zum Abtropfen gebracht; von da wird das Salz weiter auf die Trockenplätze transportirt. Das Soggen dauert mehrere Tage lang und wird erſt dann unterbrochen, wenn das Salz anfängt unrein zu werden. Es bleibt eine dicke ſtarkriechende Mutterlauge zurück, die man in ein beſonderes Reſervoir laufen läßt. Berthiers Analyſen zeigen, daß die Reinheit des Salzes im Verlaufe des Soggens abnimmt, wie man dieß wohl vorherſehen kann.

Die Mutterlaugen enthalten viel Chlormagneſium, Kochſalz und ſchwefelſaure Magneſia. Außerdem findet ſich darin oft Jodmagneſium oder Brommagneſium, die man gegenwärtig auch daraus abzuſcheiden anfängt. Ferner enthalten ſie immer organiſche Stoffe, welche von den Dornen abzuſtammen ſcheinen.

Da die ſchwefelſaure Magneſia und das Kochſalz bei niedriger Temperatur ſich in ſchwefelſaures Natron und Chlormagneſium zerſetzen, ſo benützt man die Mutterlauge, indem ſie in Behälter gebracht wird, in welchen man ſie den Winter über unberührt ſtehen läßt. Es erzeugen ſich nach

und nach darin dreierlei Niederſchläge. Der Letzte beſteht aus beinahe reinem ſchwefelſaurem Natron, welches man herausnimmt und in den Handel giebt. Außer dieſen drei verſchiedenen Ablagerungen, bleiben noch die Mutterlaugen.

Nachtheilig und verluſtbringend iſt die Gegenwart des Chlormagneſiums; es ertheilt dem Salze einen widrigen Geſchmack und macht es zerfließlich. In einer gut eingerichteten Saline muß man das Salz davon reinigen. Berthier lehrte, geſtützt auf eine Beobachtung Grens, dieſes auf eine ſehr ſinnreiche Weiſe ausführen. Gren fand nämlich, daß ſchwefelſaures Natron und Chlorcalcium ſich wechſelſeitig zerſetzen und Kochſalz und Gyps geben. Er zeigte ferner, daß der Kalk das Chlormagneſium zerſetzt, und daß dann Chlorcalcium und Magneſia entſteht, ſo daß wenn man in's Waſſer bringt

1 At. ſchwefelſ. Natron, ſo erhält man	1 At. ſchwefelſ. Kalk
1 At. Chlormagneſium	1 At. Kochſalz
1 At. Kalk	1 At. Magneſia.

Beinahe in allen Salzſoolen findet ſich ſchwefelſaures Natron und Chlormagneſium, allein gewöhnlich weniger von dem Letztern als erforderlich iſt. Wenn man nun der Soole Kalk genug hinzufügt, um das Chlormagneſium zu zerſetzen, ſo bleibt ein Gemenge von ſchwefelſaurem Natron, Kochſalz und Gyps übrig. Nach dem Stören wird man ſie alſo zur Trockne abdampfen können, ohne Mutterlauge zu erhalten. Hat man vorräthige Mutterlauge, ſo kann man ſie anwenden, um der Soole das zur vollſtändigen Zerſetzung des ſchwefelſauren Natrons nöthige Chlormagneſium hinzuzufügen; man wird dann, nachdem ſich der ſchwefelſaure Kalk abgeſetzt hat, durch ſchnelles Abdampfen ſehr reines Kochſalz erhalten. Dieſe von Berthier gemachten Beobachtungen bieten bei ihrer Anwendung im Großen mancherlei Vortheile dar, vorzüglich in Beziehung auf Erſparniß des Brennſtoffes, weil ſie ein ſehr ſchnelles Abdampfen erlauben.

Während die Soole abgedampft wird, ſetzt ſich auf dem Boden der Pfannen etwas Pfannenſtein an, den man nach 12—15 Siedearbeiten mit dem Hammer losſchlagen muß. Man begreift leicht, daß ſein Entſtehen ſehr nachtheilig

iſt, weil dann die Pfannen die Wärme weniger leiten und durch das Abſchlagen deſſelben leicht beſchädigt werden.

In Moutiers wendet man beſondere Gradirhäuſer an, um im Sommer das Abdampfen mittelſt Feuer zu erſparen. Es ſind Stricke in denſelben aufgezogen, mittelſt welchen man das Salz leicht kryſtalliſirt erhalten kann. Dieſes Gebäude iſt 90 Meter lang und 70 Meter deſſelben ſind mit Stricken verſehen. Oben auf dem Gradirhauſe befinden ſich Kanäle von 13 Centimeter Weite, welche wieder 13 Centimeter von einander entfernt ſind. Stricke ohne Ende, 7—8 Millimeter dick, werden durch Löcher gezogen, welche in die Kanäle gebohrt ſind, und unten im Gebäude an Balken befeſtigt. Es ſind vier und zwanzig Abtheilungen vorhanden, zwiſchen welchen ſich 12 Kanäle befinden, und von dieſen hat jeder drei und zwanzig Stricke, was ſechs und vierzig Stricklängen für jeden Kanal ausmacht. Da jeder Strick $8\frac{1}{4}$ Meter lang iſt, ſo geht daraus hervor, daß mehr als 100000 Meter Stricke zur Herſtellung des Gradirhauſes nöthig ſind.

Die Soole wird durch ein Bewäſſerungsrad emporgehoben, deſſen Eimer ſie in einen Kanal gießen, welcher längs des ganzen Gradirhauſes fortläuft. Dieſer vertheilt die Soole dann in die Kanäle, welche ſich zwiſchen jeder Abtheilung befinden und von da läuft ſie in die kleinen Kanäle, aus welchen ſie ſogleich durch runde Löcher auf die Stricke herabrinnt. Die Verdunſtung iſt zwiſchen dieſen Stricken weit raſcher als zwiſchen den Dornen.

Im Sommer bringt man die geſättigte Soole kochend auf dieſe Stricke, läßt ſie dann mehreremale herablaufen und das Salz ſetzt ſich daran ab. Wenn die Soole dick und zäh wird, leitet man ſie in die Mutterlaugenbehälter.

Das Salz kryſtalliſirt an den Stricken ſelbſt, welche ſich mit einer immer dicker werdenden Salzkruſte bedecken. Haben die Stricke ungefähr eine Dicke von 6 Centimeter im Durchmeſſer erlangt, ſo nimmt man das Salz mittelſt einer beſondern Maſchine davon ab; es fällt dann auf den Boden des Gradirhauſes herab, wo es geſammelt wird. Das Soggen eines Sudes, was gewöhnlich in den Pfannen 5—6

Tage dauert, iſt auf dieſem Gradirhauſe in 17 Stunden vollendet. Das gewonnene Salz iſt viel reiner, allein man erhält auch mehr Mutterlauge.

In den Strickgradirwerken erhält man zweierlei Sorten von Salz. Die erſte Art bildet ſich in den Behältern, in welchen die Soole einige Zeit lang ſtehen bleibt, ehe ſie auf das Gradirhaus gehoben wird; es beſteht aus großen, weißen Kryſtallen Die zweite Art erhält man in größeren Maſſen; ſie bildet ſich an den Stricken. Nach Berthier iſt dieſes Salz ſehr rein und beſteht aus

	Behälterſalz.	Strickſalz.
Schwefelſaurer Magneſia . .	0,40	0,58
— — — Natron	0,75	2,00
Chlormagneſium	0,18	0,23
Kochſalz	98,67	97,17
	100,00	100,00

Selten wird ſo reines Salz in den Handel geliefert, als dieſes iſt. Da aber dieſes Verfahren nur allein in Moutiers angewendet wird, ſo müſſen wir nun das allgemein gebräuchliche Soggen in Pfannen näher betrachten.

In Folge zahlreicher Analyſen, die mit dem Salze vorgenommen worden ſind, welches ſich in verſchiedenen Perioden beim Soggen in Pfannen abſetzt, hat Berthier folgende Theorie aufgeſtellt.

Man muß bei ſtarkem Feuer ſtören, um die Bildung des Pfannenſteins zu befördern, wodurch eine bedeutende Menge ſchwefelſaures Natron abgeſchieden wird. Nach dem Stören iſt es dagegen vortheilhaft, bei gelindem Feuer zu ſoggen, um zu verhindern, daß die ſchwefelſaure Magneſia und das Chlormagneſium mit dem Kochſalz herauskryſtalliſire. Im Anfang des Soggens ſetzt ſich wenig ſchwefelſaures Natron ab, ſpäter wächſt die Menge deſſelben allmählig und ehe das Abdampfen ganz geendigt iſt, ſetzt ſich dieſes Salz gänzlich ab.

Analyſe der Salinenprodukte zu Moutiers von Berthier.

Produkte vor der Gradirung.	Niederſchlag an der Quelle.	Niederſchlag in in der Nähe des Gradirwerkes.	Soole von 1,6° am Fuße des erſten Gradirhauſes genommen.
Eiſenoxyd	85,0	5,0	0,000
Kohlenſaurer Kalk . .	5,0	93,0	0,050
Organiſche Stoffe . .	4,0	2,0	0,000
Schwefelſ. Kalk . . .	. . . . .	. . . . .	0,270
— — Magneſia	. . . . .	. . . . .	0,056
— — Natron .	. . . . .	. . . . .	0,130
Kochſalz	. . . . .	. . . . .	1,060
Chlormagneſium . . .	. . . . .	. . . . .	0,032
Waſſer	6,0	. . . . .	98,402
	100,0	100,0	100,000

Produkte der Gradirung.	Erſter Niederſchlag an den Dornen.	Zweiter Niederſchlag an den Dornen.	Dritter Niederſchlag an den Dornen.	Soole aus den Behältern von 18,15°
Kohlenſaurer Kalk .	6,60	0,00	0,00	0,00
Kochſalz	0,05	0,24	0,25	16,00
Gyps	93,35	99,76	99,75	0,30
Schwefelſ. Magneſia	. . . .	. . . .	. . . .	0,80
— — Natron .	. . . .	. . . .	. . . .	2,65
Chlormagneſium . .	. . . .	. . . .	. . . .	0,46
Waſſer	. . . .	. . . .	. . . .	79,79
	100,00	100,00	100,00	100,00

Produkte vom Stören.	Erſter Schlotter.	Mittlerer Schlotter.	Letzter Schlotter.	Geſättigte Soole von 26°
Schwefelſ. Kalk	28,0	41,10	10,10	0,00
— — Natron . .	24,5	52,65	25,68	2,81
Kochſalz	47,5	6,25	64,22	25,50
Schwefelſ. Magneſia .	. . . .	. . . .	. . . .	1,48
Chlormagneſium . . .	. . . .	. . . .	. . . .	1,07
Waſſer	. . . .	. . . .	. . . .	69,14
	100,0	100,0	100,0	100,0

Produkte vom Soggen der Pfannen.	Erſtes Salz.	Mittleres Salz.	Letztes Salz.	Mutterlauge.	Pfannenſtein.
Schwefelſ. Kalk	1,56	0,00	0,00	0,00	10,65
— — Natron	3,80	5,55	0,00	0,00	18,66
Kochſalz	94,64	93,59	85,50	20,80	57,34
Schwefelſ. Magneſia	. . . .	0,25	12,50	9,50	3,00
Chlormagneſium	. . . .	0,61	2,00	4,85	0,75
Waſſer	. . . .	. . . .	. . . .	64,85	9,60
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Produkte, welche man bei weiterer Behandlung der Sogge-Mutterlauge erhält.	Erſter Niederſchlag.	Zweiter Niederſchlag.	Letzter Niederſchlag.	Rückſtändige Mutterlauge.	
Schwefelſ. Magneſia	11,74	0,25	0,00	4,20	
Schwefelſ. Natron	46,36	56,50	95,00	6,00	
Chlormagneſium	0,60	0,25	0,00	5,40	
Kochſalz	41,30	43,00	5,00	19,90	
Waſſer	. . . .	. . . .	. . . .	64,50	
	100,00	100,00	100,00	100,00	

Wir haben nun noch die Verhältniſſe dieſer verſchiedenen Subſtanzen bei der Arbeit im Großen anzudeuten. Dieſes Verhältniß wechſelt bei verſchiedenen Quellen ohne Zweifel, vielleicht aber weniger als man vermuthet. Es folgen hier die Ergebniſſe eines Sudes, welchen Berthier zu Moutiers mit 469 metriſchen Zentnern Soole von 20° anſtellte, die 103 metriſche Zentner ſalzige Subſtanzen enthielten. Zu dieſem Sud wurden 50 Stere geſpaltenes Tannen- oder Lärchenholz angewendet, nämlich 25 St. zum Stören und 25 zum Soggen.

	Metriſche Zr.	
Schlotter	3,4	
Kochſalz	79,0	
Pfannenſtein	2,1	105,0
Mutterlauge	5,1	
Verluſt	15,4	

Der Verluſt iſt hier ſehr bedeutend; man ſchlägt ihn auf $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ bei gewöhnlicher Arbeit an. Es leuchtet wohl von ſelbſt ein, daß man nicht alle Mutterlauge ſammeln konnte, weil nach einem mittleren jährlichen Reſultat dieſe an ſchwefelſaurem Natron allein ein Zehntel der erhaltenen Kochſalzmenge liefert. Man müßte alſo 16—20 Mutterlauge annehmen, welche 8 ſchwefelſaures Natron liefern würde.

In Moutiers brauchte man alſo damals 1 Stere Holz, um 7,5 metriſche Zentner Soole von 20° Baumé abzudampfen. Es iſt dieß ein ungeheures Quantum, wenn man bedenkt, daß 1 Kilogr. Holz kaum 2,5 Kilogr. Dampf bildet. Die von Cleiß in Roſenheim (Baiern) konſtruirten Pfannen ſind viel vortheilhafter eingerichtet; man braucht daſelbſt 1 Kilogr. Holz um 3,5 Kilogr. Waſſer zu verdunſten. Die nöthigen Details hierüber finden ſich auf der Tafel 24. In der neueſten Zeit hat Clément zu Dieuze Einrichtungen getroffen, welche hinſichtlich der Erſparung des Brennſtoffes nichts zu wünſchen übrig laſſen.

Nicht unbeachtet ſollte man das laſſen, was wir über die Anwendung des Kalkes zur Reinigung der Soole oben geſagt haben. Es iſt klar, daß man durch den Gebrauch dieſes Mittels den Gang der Arbeit ſehr vereinfacht; man ver-

meidet dadurch die Erzeugung vieler zufälliger Nebenproducte und erhält in kürzerer Zeit und bei beträchtlicher Holzersparniß ein größeres Quantum Kochsalz, weil man alles in der Soole enthaltene und ſelbſt noch etwas mehr daraus gewinnt.

Dieſe Betrachtungen laſſen ſich nicht bloß auf die Soolquellen anwenden, ſondern können offenbar auch bei anderen Arten der Kochſalzgewinnung benützt werden. Löſt man z. B. Steinſalz auf, um es kryſtalliſiren zu laſſen, ſo treten dieſelben Umſtände ein; auch bei der Salzgewinnung aus dem Meerwaſſer finden gleiche Verhältniſſe Statt. Da wir im Vorhergehenden viele Details gegeben haben, ſo können wir uns bei Betrachtung der übrigen Verfahrungsarten kürzer faſſen, da auch hier dieſelben Erſcheinungen wieder auftreten.

Salzteiche oder Salzgärten. (Marais salans.)

1288. Die Salzteiche ſind große Reſervoire, die man gewöhnlich in der Nähe des Meeres anlegt, und in welchen das Meerwaſſer an freier Luft verdunſtet wird. Dieſes enthält

Kochſalz	2,50	100.
Chlormagneſium	0,35	
Schwefelſaure Magneſia . . .	0,58	
Kohlenſauren Kalk und Magneſia	0,02	
Schwefelſauren Kalk	0,01	
Waſſer	96,54	

Die zu verdunſtende Waſſermenge iſt demnach ſehr bedeutend, allein in den zweckmäßig angelegten Salzteichen iſt die Verdunſtung ſo ſchnell, daß das Salz äußerſt billig zu ſtehen kommt. Die Salzteiche, von welchen man auf der Tafel. 20. eine Anſicht findet, werden in einer flachen Gegend am Meeresufer angelegt und zwar ſo, daß ſie gegen die Fluth geſchützt ſind. Das Meerwaſſer wird anfänglich in einen Sammlungsbehälter J (jas) geleitet, in welchem es wenigſtens 2 Fuß und höchſtens 6 Fuß hoch ſteht. In dieſem Behälter beginnt die Verdunſtung des Meerwaſſers

und ſetzt alle Stoffe ab, welche im aufgeſchlämmten Zuſtand ſich darin vorfinden. Mittelſt eines hölzernen Rohres G (gourmas) läßt man es von da in mehrere kleine Behälter c, c, c (couches) laufen. Aus dieſen geht es dann durch unter der Erde gelegte Röhren F (faux gourmas) in die Gräben M, M, (mort). Dieſe Gräben bilden einen Kanal rings um den Salzteich, der ungefähr 4000 Meter lang iſt. Aus dieſen Gräben gelangt das Meerwaſſer in neue Behälter t, t (tables) und von da läuft es wieder in eine Reihe ähnlicher Behälter m, m, (muant). Endlich gelangt es von hieraus zuletzt durch Kanäle b, b, b (brassours), welche man beliebig öffnen und ſchließen kann, in kleine Räume a, a, a ꝛc. (aires). Das in dieſelben fließende Meerwaſſer iſt ſchon ſehr conzentrirt und ſetzt ſogleich Salz ab. Der Salzniederſchlag kündigt ſich durch eine röthliche Färbung an, welche ſich im Waſſer zeigt. Das Salz kryſtalliſirt auf der Oberfläche des Waſſers; man zerbricht die ſich bildende Kruſte, und ſobald ſich eine dicke Schicht abgeſondert hat, ſammelt man das Salz und häuft es auf dem Wege (vie) auf, welcher die aires von einander trennt. In manchen Salzgärten ſammelt man das Salz, ſtatt die ſich auf der Oberfläche bildende Rinde zu zerbrechen, durch Abrahmen mit langen Krücken.

Die Arbeit in den Salzteichen beginnt im Monat Merz und endigt im September. Anfangs reinigt man die Behälter; man ſchließt zu dem Endzweck die Kommunikation zwiſchen den Behältern m und t und öffnet den unter der Erde liegenden Kanal C (coy). Das Waſſer fließt dann aus m ab und nimmt alles, was ſich abgeſetzt hat, mit fort. Hierauf läßt man alles Waſſer aus a,a ꝛc. in die Behälter m laufen und reinigt ſo jene. Zwiſchen c und t wird nun die Kommunikation geſchloſſen und die Letzteren entleert man in m. Nachdem die Räume t gereinigt ſind, könnte man die Reinigung auch mit den Reſervoiren c vornehmen, allein gewöhnlich unterläßt man dieß.

Iſt der ganze Salzteich gereinigt, ſo beginnt die Arbeit. Man läßt das Waſſer von J nach c, von da nach M, t, m, ſo wie in die engen Kanäle b und endlich in die klei-

nen Räumen a. Um das Meerwaſſer von b nach a zu leiten, macht man mittelſt eines Pfahles ein Loch, wodurch die Kommunikation hergeſtellt wird. Steht das Waſſer ungefähr 1 Zoll hoch in den kleinen Abtheilungen a, ſo verſtopft man das Loch wieder. Das nach a fließende Waſſer iſt anfangs noch nicht ſehr geſättigt, wenn es nicht lange in den vorhergehenden Behältern geſtanden hat, und wenn die Jahrszeit überhaupt noch nicht heiß iſt. Es ſind dann acht Tage nöthig, damit das Salz ſich dort bilde. Bei günſtiger Jahrszeit hingegen, wenn das Waſſer ſchon anfangs bedeutend verdunſtet iſt, ehe es nach a gelangt, kann man zwei bis dreimal in der Woche, ja ſogar oft täglich das kryſtalliſirte Salz herausnehmen. Man ſammelt das Salz indem man kegelförmige (pilots) oder pyramidale (vaches) Haufen bildet (P, et V.) Dieſe Haufen werden mit Stroh oder Gras bedeckt, um ſie gegen den Regen zu ſchützen.

Gewinnung des Kochſalzes durch Froſt.

1289. Dieſe Methode gründet ſich auf die Eigenſchaft, daß das mit Salz geſättigte Waſſer zum Gefrieren eine weit niedrigere Temperatur erfordert, als das reine Waſſer. Es folgt daraus, daß das ſehr ſchwache Salzwaſſer, wenn es in großen Maſſen einer Kälte von einigen Graden unter Null ausgeſetzt wird, ſich in zwei Parthien theilt, nämlich in reines oder doch beinahe reines gefrierendes Waſſer, und in reichhaltigere Soole, welche flüſſig bleibt.

Hebt man das Eis ab, ſo bleibt konzentrirteres Salzwaſſer zurück, was durch öftere Wiederholung dieſer Operation immer mehr an Salzgehalt zunimmt. Dieſes Verfahren läßt ſich nur in kälteren Ländern anwenden und gewöhnlich benützt man es im Norden, ſeltener aber in Ländern von gemäßigtem Clima.

Soll dieſe Methode recht vortheilhaft werden, ſo muß man die Soole mit Kalk reinigen. Die niedrige Temperatur, welcher dieſelbe ausgeſetzt wird, zerſtört alle ſchwefelſaure Magneſia, die ſich dann in ſchwefelſaures Natron und in Chlormagneſium verwandelt, indem zugleich ein ent-

ſprechendes Quantum Kochſalz zerſetzt wird. Durch die Abdampfung der beim Gefrieren zurück bleibenden Flüſſigkeit würde man ein ſehr unreines ſchlechtes Kochſalz erhalten, wenn man die Soole nicht durch Kalk reinigte.

Es läßt ſich dieß aus folgenden Reſultaten abnehmen, welche Heß bei Unterſuchung mehrerer Salze von den Salinen aus der Umgegend von Irkuzk (Provinz im aſiatiſchen Rußland) und des Salzes vom ochozkiſchen Meer, welche man ſämmtlich durch Gefrieren der Soole gewinnt.

	Salz des ochozkiſchen Meeres.	Salz der Salinen v. Ouſtkut.	Desgl. von Irkuzk.	Desgl. von Seleuginsk.
Kochſalz	77,60	74,84	91,49	74,71
Schwefelſ. Natron .	13,60	15,20	2,76	13,80
*) Chloraluminium	6,20	1,17	2,60	6,50
Chlorcalcium . .	0,94	5,21	1,10	1,44
Chlormagneſium .	1,66	3,57	2,05	3,55
	100,00	100,00	100,00	100,00

Dieſe Salze ſind ſämmtlich ſehr unrein, was hauptſächlich der niedrigen Temperatur zuzuſchreiben iſt, welcher die Salzwaſſer ausgeſetzt wurden. Behandelt man die Soolen vorher mit Kalk, ſo werden die Magneſia- und Thonerdeſalze zerſetzt und man verhindert dann die Bildung von Chlormagneſium und Chloraluminium und mithin auch die Erzeugung einer entſprechenden Menge Glauberſalzes. Dieſe Salze ſind dann rein und man vermeidet den Verluſt, welcher im Magazin durch die Zerfließlichkeit der Chloride von Aluminium, Calcium und Magneſium gewöhnlich noch erwächſt. Zugleich kommt man dadurch den Nachtheilen zuvor, welche dieſes unreine Salz in Beziehung auf die Geſundheit übt, denn nach Heß ſollen dieſelben die ſcorbutiſchen Krankheiten erzeugen, welche in jenen Gegenden ſo häufig ſind.

Meerſalz mittelſt Feuer gewonnen.
(Sel ignifére.)

1290. In Avranchin in der untern Normandie gewinnt man Kochſalz auf eine beſondere Weiſe. Schon ſeit

*) Hier bemerkte man zuerſt das Chloraluminium in Kochſalz. Heß fand auch, daß dieſe Verbindung im ochozkiſchen Meere ſelbſt ſchon exiſtirt.

1600 wird dort ein Verfahren angewendet, was noch heute daſelbſt gebräuchlich iſt. Nach alten Traditionen jenes Landes, ſoll dieſes Verfahren ſchon im neunten Jahrhundert eingeführt worden ſeyn.

Das dort gewonnene Salz iſt ſehr rein und dieß iſt der einzige Vortheil dieſes eigenthümlichen Verfahrens, welches übrigens mit vielen Nachtheilen verknüpft iſt. Die Salinen von Avranchin konnten nur unter dem Schutze der Verordnung vom Jahre 1768 gedeihen, welche aber durch die Revolution aufgehoben worden iſt. Gegenwärtig ſind nur wenige dieſer Salinen noch vorhanden und es wird jetzt nicht viel Salz darauf gewonnen.

Man wendet in denſelben den ſalzhaltigen Sand an, den man an der Meeresküſte ſammelt, um das Meerwaſſer mit dem darin enthaltenen Salze zu ſättigen. Das erhaltene konzentrirte Salzwaſſer wird dann durch Feuer abgedampft. Der Sand wird mittelſt einer ſechs Fuß langen Krücke geſammelt, welche mit einer eiſernen Schneide verſehen iſt und durch ein Pferd in Bewegung geſetzt wird. Ein Arbeiter leitet dieſe Krücke, hebt ſie höher oder ſenkt ſie ein, je nach Bedürfniß. Nur der ganz trockne Sand wird zuſammengerafft, und man wiederholt dieſelbe Operation 2—3 mal des Tages an der nämlichen Stelle, je nachdem derſelbe ſchneller oder langſamer austrocknet. Da dieſer Sand beſtändig vom Meerwaſſer benetzt wird, ſo iſt er von Salz durchdrungen, das beim Verdunſten des Waſſers zurückbleibt. Die heißeſten Tage im Sommer ſind dem Sammeln am günſtigſten.

Der Sand wird in die Nähe der Saline transportirt, wo man ihn in eine kreisrunde Grube von 20—25′ Durchmeſſer und 7—8′ Tiefe wirft; man häuft ihn in derſelben meilerförmig auf und bedeckt ihn mit einer Thonlage, um ihn gegen den Regen zu ſchützen. Zugleich macht man am Ufer einen Graben (tourande), den man mit Meerwaſſer füllt.

Um den ſalzhaltigen Sand auszulaugen füllt man einen hölzernen, 1′ tiefen und 9′ breiten und langen Kaſten damit an. Dieſer Kaſten wird auf eine maſſive Mauer geſtellt; der Boden deſſelben beſteht aus Brettern, die mit den Seiten-

wänden verbunden ſind. Man bedeckt dieſe mit einer Strohlage, worauf man wieder neue Bretter legt. Dieſe Vorrichtung bildet ſo ein eigentliches Filtrum. An einer Seitenwand iſt der Kaſten mit einer Öffnung verſehen, von welcher ein Rohr in das Reſervoir geht, um das Salzwaſſer dahin zu führen. Der Kaſten wird mit ſalzhaltigem Sand gefüllt und dann gießt man 7—800 Liter Meerwaſſer darauf. Dieſes filtrirt in zwei Stunden und erlangt dadurch ein ſpezif. Gew. von 1,14, ja bisweilen ſelbſt von 1,17.

Der Sandrückſtand wird von den Bauern als Düngmittel angewendet. Das geſättigte Salzwaſſer (brune) wird in die Hütte gebracht, wo man es abdampft; das erſte ſtärkere und das zweite ſchwächere Salzwaſſer wird von einander abgeſondert. Die Salzſieder beſtimmen den Gehalt deſſelben mittelſt dreier Wachskugeln, welche mit Blei belaſtet ſind. Sie halten das Waſſer von 1,16 ſpezif. Gew. für das zum Abdampfen am meiſten ſich eignende.

Man dampft das Salzwaſſer in bleiernen Keſſeln ab, welche nach geſetzlichen Vorſchriften genau 20 Liter halten müſſen. Dieſe Keſſel ſind länglich viereckig und ſehr flach; je drei ſolcher Keſſel werden auf einen Ofen von drei Abtheilungen geſetzt, der weder Roſt noch Schornſtein hat. Man feuert mit Holz; der Rauch zieht durch die zwiſchen den Keſſeln gelaſſenen Räume und durch die Mauer des Ofens ab.

Fängt das Salzwaſſer an zu ſieden, ſo ſchäumt es und dann muß der Arbeiter beſtändig rühren, um das Überſteigen zu verhüten. Nach Verlauf einer Viertelſtunde füllt er die Keſſel aufs Neue mit kaltem Salzwaſſer, wodurch viel Schaum gebildet wird, den man abnimmt. Nun wird mit der Verdampfung fortgefahren bis das Salz herauskryſtalliſirt; iſt dieſer Moment gekommen, ſo gießt man noch 1 Liter Salzwaſſer hinzu, um die Bildung von neuem Schaum zu bewirken, den man wiederum abnimmt. Hierauf dampft man zur Trockne ab, indem man unaufhörlich das ſich abſetzende Salz umrührt, damit das Blei nicht ſchmelze. Die Salzmaſſe, welche ſehr unrein, allein zugleich auch ſehr fein zertheilt iſt, was ihre Reinigung erleichtert, wird in einen Korb gethan, der über der Pfanne hängt und während

der ganzen folgenden Operation darin gelaſſen. Das Salz iſt auf ſolche Weiſe der beſtändigen Wirkung der Waſſerdämpfe ausgeſetzt, wodurch die zerfließlichen Salze aus demſelben fortgeſchaft werden. Man bringt es hierauf in ein Magazin, deſſen Boden aus ausgelaugtem, feſtgeſchlagenem Sand beſteht, auf dem die völlige Reinigung von ſelbſt erfolgt. Nach zweimonatlichem Lagern verliert das Salz noch 20—28 Prozent; es iſt dann ſehr weiß und fein zertheilt.

Jede Operation oder Sud dauert zwei Stunden; man macht täglich wenigſtens neun, bisweilen zehen oder zwölf. Man dampft 7—800 Liter Salzwaſſer ab und erhält davon 150—225 Kilogr. Salz, je nach der Reichhaltigkeit des angewendeten Sandes. Der Holzverbrauch beträgt dem Werthe nach ungefähr 6—7 Franken.

Bei dieſer Arbeit muß man vorzüglich gegen das Ende viel Geſchicklichkeit anwenden, um das Schmelzen des Bleies zu verhindern. Man rührt ununterbrochen und ſobald das Salz herausgenommen iſt, gießt man friſches Salzwaſſer nach. In Folge des ſchnellen Temperaturwechſels und der Weichheit des Metalls findet man die Keſſel Abends wirklich etwas erweitert. Man muß ſie dann wiederum zurecht machen. und folglich mehrere davon beſitzen, um bei beſtändig fortgeſetzter Arbeit wechſeln zu können.

Die an Salz ſehr reichhaltige Aſche und die Trümmer der Öfen, welche Letzteren 6—7 Wochen dauern, werden als Dünger verkauft.

Wir laſſen hier nun eine Tabelle folgen, welche die Analyſen einiger im Handel vorkommenden Salzſorten enthält, woraus die Veränderlichkeit der Qualität derſelben zu erſehen iſt. Manche Salzſorten enthalten außerdem noch Brom- und Jod-Magneſium in ſo beträchtlicher Menge, daß ſie der Geſundheit nachtheilig werden können.

Abſtammung des Salzes.	Koch-ſalz.	Schwe-felſaure Mag-neſia.	Chlor-magne-ſium.	Schwe-felſau-rer Kalk.	Unlös-liche Stoffe.	Hygro-metri-ſches Waſſer.
Nach Henry.						
Salz von Saint-Ubes	96,0	0,45	0,30	2,35	0,9	0,0
desgl. von Oleron .	96,4	0,45	0,20	1,95	1,0	0,0
desgl. von ſchottiſchem Seeſalz . .	93,5	1,75	2,85	1,50	0,4	0,0
desgl. von Lymington	93,7	3,50	1,10	1,50	0,2	0,0
Steinſalz von Cheſter	98,3	0,00	0,05	0,65	1,0	0,0
desgl. von Cheſter zum Einſalzen . .	98,6	0,00	1,10	1,20	0,1	0,0
Nach Berthier.						
Salz von Saint-Ubes erſte Qualität . .	95,19	1,69	0,00	0,56	0,0	2,45
desgl. zweite Qualität	89,19	6,20	0,00	0,81	0,2	3,60
desgl. dritte Qualität	80,09	7,27	0,00	3,57	0,2	8,36
Salz von Figueras .	91,14	3,54	0,70	0,33	0,2	4,20
desgl. von Bouc . .	95,11	1,30	0,23	0,91	0,1	2,35
desgl. von Croiſic .	87,97	1,58	0,50	1,65	0,8	7,30

Capitel III.

Künſtliche Soda. (Soude artificielle.)

1191. Weiter oben wurde bereits gezeigt, wie die ſogenannte natürliche Soda gewonnen wird, und aus den allgemeinen Andeutungen, welche wir über den Urſprung der natronhaltigen Handelsprodukte gegeben haben, geht auch hervor, daß die künſtliche Soda nur aus dem Kochſalz gewonnen werden kann. Frankreich, das arm an natürlicher Soda iſt, beſitzt dagegen unerſchöpfliche Quellen für Kochſalz. Schon während der Revolution, als die Einfuhr der natürlichen Soda verboten war, wurden Verſuche aller Art angeſtellt, um das Natron aus dem Kochſalz abzuſcheiden. Dieſe Verſuche wurden mit dem ſchönſten Erfolg gekrönt, und hierdurch verlor Spanien unwiederbringlich einen Induſtriezweig, der jährlich wenigſtens zwanzig Millionen Franken betrug. Man verdankt einem franzöſiſchen Wundarzt, Namens Leblanc die Entdeckung des jetzt allgemein gebräuchlichen Verfahrens, die Soda aus dem Kochſalz darzuſtellen, und dieſe Entdeckung wird ſtets Epoche in der Geſchichte der Künſte machen.

Als der Verkehr zwiſchen Spanien und Frankreich durch den Krieg unterbrochen war, ließ der öffentliche Wohlfahrtsausſchuß einen Aufruf an alle franzöſiſche Chemiker ergehen, um ſie einzuladen, geeignete Methoden zur Fabrikation der Soda bekannt zu machen. Von allen Verfahrungsarten, welche damals geprüft wurden, war die von Leblanc mitgetheilte die einzige, welche bis auf den heutigen Tag beibehalten wurde; demungeachtet aber befinden ſich unter den übrigen doch noch einige, welche gekannt zu werden verdienen. Man kann ſämmtliche Darſtellungsarten in zwei Abtheilungen bringen; die erſtern haben die Gewinnung des

Natrons aus dem Kochſalz direkte zum Zweck; die zweiten gründen ſich auf die vorherige Verwandlung des Kochſalzes in Glauberſalz.

Kochſalz und Kalk. Mehrere Chemiker wie Prouſt, Pelletier und Deyeux beobachteten, daß an Mauern kohlenſaures Natron effloreszirte und erklärten es aus der Zerſetzung des Kochſalzes mittelſt Ätzkalk. Das frei gewordene Natron ſollte ſich ihrer Anſicht gemäß an der Luft dann in kohlenſaures Natron verwandeln. Schon vor der Revolution wurde dieſes, urſprünglich durch Scheele entdeckte Verfahren von Guyton und Carny bei Croisic in der untern Picardie angewendet. Zu dem Endzweck wurde der Ätzkalk wie gewöhnlich gelöſcht und mit einer Kochſalzauflöſung zu einem Teige angemacht. Wird dieſe Maſſe der Luft ausgeſetzt und feucht erhalten, ſo effloreszirt nach und nach kohlenſaures Natron daraus. Dieſes Verfahren wurde jedoch nie im Großen angewendet.

Kochſalz und Bleioxyd. Auch dieſe Methode wurde von Scheele entdeckt und war ſeit langer Zeit in England üblich zum Behufe der Bereitung einer ſchönen gelben Farbe; erſt ſpäter wendeten ſie Chaptal und Berard zur Darſtellung der Soda an. Man nimmt hierzu 50 Thl. gepulverte Bleiglätte und 12,5 Thl. Kochſalz in 50 Thl. Waſſer aufgelöſt; erſtere wird mit einem Theil der Auflöſung vermengt, um einen flüſſigen Brei zu bilden. Hat die Maſſe einige Stunden lang geſtanden, ſo wird die Oberfläche weiß, und dann muß man beſtändig umrühren, damit ſie nicht erhärtet. Man fährt mit dem Umrühren fort und fügt allmählig den Reſt der Auflöſung, und ſelbſt nöthigenfalls noch etwas Waſſer hinzu. Nach Verlauf eines Tages iſt die Reaktion vollendet; man läßt dann noch einen zweiten Tag die Maſſe ruhen und wäſcht ſie dann aus. Der Rückſtand beſteht aus einem Gemenge von Bleichlorid und Oxyd, welches durch Schmelzen eine ſchöne gelbe Farbe annimmt. Die Zerſetzung des Kochſalzes iſt in dieſem Falle vollſtändig, allein der hohe Preis der Bleiglätte verbietet die Anwendung dieſes Verfahrens im Großen.

Die übrigen Bereitungsarten erfordern alle eine vorher-

gehende Verwandlung des Kochſalzes in ſchwefelſaures Natron, die auf verſchiedene Weiſe bewerkſtelligt werden kann.

Kochſalz und ſchwefelſaures Eiſen. Werden dieſe beide Stoffen mit einander gemengt und geglüht, ſo liefert ihre Wechſelzerſetzung Eiſenoxyd, ſchwefelſaures Natron, Chlor und ſchweflichte Säure. Man kann hierbei die Erzeugung des ſchwefelſauern Natrons vermehren, wenn man 73 Kochſalz und 172 ſchwefelſaures Eiſen in Pulverform mengt, ſie mit etwas Waſſer begießt, dann einige Tage lang auf Haufen liegen läßt und zuletzt rothglüht. Es bildet ſich anfangs bei gewöhnlicher Temperatur ſchwefelſaures Natron und Chloreiſen. In der Hitze verwandelt ſich das Chlorid in Folge der Zerſetzung des zugleich anweſenden Waſſers in Chlorwaſſerſtoffſäure, die ſich verflüchtigt, und in Eiſenoxyd, welches mit ſchwefelſaurem Natron gemengt zurückbleibt. Es entbindet ſich hierbei ſtets auch etwas ſchweflichte Säure und Chlor. Die Glühung wird in einem Reverberirofen vorgenommen. Die zurückbleibende Maſſe löſt ſich bei der Behandlung mit Waſſer größtentheils auf und hinterläßt nur einen Rückſtand von Eiſenoxyd. Die erhaltene Auflöſung, welche nur ſchwefelſaures Natron enthält, wird entweder bis zur Kryſtalliſationsfähigkeit abgedampft oder ganz zur Trockne eingedunſtet. In einigen Fabriken des Nordens erhält man das ſchwefelſaure Natron auf dieſe Weiſe. *)

Kochſalz und Schwefelkies. Ein Atom Doppelſchwefeleiſen (Schwefelkies), welches zwei Atome Schwefel enthält, könnte zwei Atome Schwefelſäure bilden und demzufolge zwei Atome Kochſalz zerſetzen; hundert Theile Schwe-

*) Dieß iſt namentlich der Fall in Falun (Schweden); die dortigen Kupfergruben liefern viel Grubenwaſſer, die ſchwefelſaures Eiſen und etwas ſchwefelſaures Kupfer aufgelöſt enthalten. Nachdem man durch Eiſen das Kupfer aus denſelben gefällt hat, wird in dieſen vitriolhaltigen Waſſern eine angemeſſene Menge Kochſalz aufgelöſt, und dieſelben dann in einen Flammofen welcher mit keſſelförmig vertiefter Sohle verſehen iſt, zur Trockne abgedampft; die erhaltene trockne Maſſe wird nachher in einem zweiten, beſonders konſtruirten Reverberirofen geglüht und nachher ausgelaugt. Auch die Eiſenvitriolmutterlaugen laſſen ſich auf gleiche Weiſe benützen, und vielleicht wäre dieſe Gewinnungsart des jezt ſo viel begehrten Glauberſalzes auch in manchen Vitriol- und Alaunhütten Deutſchlands mit Vortheil anzuwenden. A. u. E.

felkies würden alſo zur Zerſetzung von zweihundert Theilen Kochſalz hinreichen. Bei den auf Befehl des zur Revolutionszeit beſtehenden öffentlichen Wohlfahrtsausſchuſſes angeſtellten Verſuche wendete man nur 60 Thl. Kochſalz auf 100 Thl. Schwefelkies an, allein man bemerkte auch, daß Letzterer nur zum Theil zerſetzt ward. Die mit einander gemengten Stoffe müſſen in einem Reverberirofen gelinde geglüht werden. Der ausgelaugte Rückſtand liefert dann ſchwefelſaures Natron. Bei dieſer Operation verwandelt ſich der Schwefel unter der gleichzeitigen Einwirkung der Wärme, der Luft und des Natriums in Schwefelſäure; das Natrium aber wird Natron und verbindet ſich mit dieſer Säure. Das im Kochſalz enthaltene Chlor dagegen vereinigt ſich mit dem Waſſerſtoff des Waſſers oder des aus dem Brennſtoffe erzeugt werdenden Gaſes und bildet ſo Chlorwaſſerſtoffſäure. Man erhält außerdem noch ſchweflichte Säure, die von einem Antheil unvollkommen verbrannten Schwefels herrührt.

Das Gemenge könnte in Haufen geröſtet werden, nachdem es entweder mit Steinkohle gemengt, oder mit Reißigbündeln geſchichtet worden. Obgleich dieſes Verfahren vielleicht unter gewiſſen örtlichen Verhältniſſen mit Vortheil betrieben werden könnte, ſo iſt unſeres Wiſſens bisher noch nicht im Großen hievon Gebrauch gemacht worden.

1292. Hat man das ſchwefelſaure Natron bereitet, ſo muß es in Soda verwandelt werden; auch zu dieſem Endzweck laſſen ſich mehrere Methoden anwenden.

Schwefelnatrium und Kohlenſäure. Sehr leicht läßt ſich das ſchwefelſaure Natron in Schwefelnatrium und dieſes wiederum in doppeltkohlenſaures Natron verwandeln; letzteres aber kann ebenſo leicht auch wieder in einfach kohlenſaures Natron reduzirt werden. Dieſes Verfahren bietet aber, wie leicht zu erachten, bei der Bereitung im Großen durchaus keinen Vortheil dar.

Um ſich Schwefelnatrium zu verſchaffen, nimmt man ſchwefelſaures Natron und Kohle, mengt beide wohl mit einander und ſetzt dann die Maſſe der Rothglut aus. Es entbindet ſich Kohlenoxydgas, und Schwefelnatrium bleibt als Rückſtand. Auf zwanzig Theile ſchwefelſauren Natrons müſ-

ſen wenigſtens drei Theile Kohle genommen werden. Wird der Rückſtand dann in Waſſer aufgelöſt, ſo kann er nur durch einen großen Kohlenſäureüberſchuß gänzlich in kohlenſaures Natron umgewandelt werden. Unter Einwirkung der Kohlenſäure wird das Waſſer zerſetzt: der Sauerſtoff deſſelben oxydirt das Natrium, welches ſodann kohlenſaures Natron bildet, der Waſſerſtoff des Waſſers aber verbindet ſich mit dem Schwefelwaſſerſtoff; *) da man hierzu ſtets einen großen Überſchuß an Kohlenſäure anwenden muß, ſo erzeugt ſich doppeltkohlenſaures Natron. Die Kohlenſäure kann man ſich entweder durch Verbrennen von Kohle in einer Röhre, in welche man Luft bläſt, oder durch Glühen von Kalkſtein oder eines Gemenges von Kreide und Thon in gußeiſernen Röhren verſchaffen. Im letztern Fall erhält man künſtlichen hydrauliſchen Kalk als Nebenprodukt. Die gewonnene Kohlenſäure wird durch das im Waſſer aufgelöſte Schwefelnatrium geleitet; die Zerſetzung würde ohne Zweifel auch gelingen, wenn man dieſelbe auf angefeuchtetes, ſehr fein zertheiltes Schwefelnatrium ſtreichen ließe, und in dieſem Falle hätte man nicht Druck anzuwenden. Nachdem die Operation eine Zeit lang im Gange geweſen, findet man alles Schwefelnatrium in doppeltkohlenſaures Natron verwandelt; man reinigt es durch Kryſtalliſation und glüht es gelinde im Reverberirofen, um es in einfach kohlenſaures Natron zu verwandeln.

Wir erwähnten hier dieſe Methode, obgleich ſie nur in höchſt ſeltenen Fällen und unter ganz beſondern Umſtänden mit Vortheil anzuwenden ſeyn dürfte.

Schwefelſaures Natron, Eiſen und Kohle. Schon im Jahr 1778 ſchlug der Benediktinermönch Malherbe vor, die Soda aus dieſen Stoffen zu bereiten. Schon vor der

*) Leitet man dieſes Gas in das Feuer, ſo verbrennt es, bildet ſchweflichte Säure und Waſſer und kann ſich dann in der Luft ohne beſondern Nachtheil verbreiten; nicht ſo würde es ſich mit dem Schwefelwaſſerſtoff ſelbſt verhalten, der ſehr nachtheilig wirken würde. Wollte man nur den dritten Theil des Schwefelwaſſerſtoffs verbrennen und die erzeugte ſchweflichte Säure nebſt den andern zwei Dritteln in eine feucht zu erhaltende Kammer leiten, ſo würde man faſt allen Schwefel wieder erhalten können.

Revolution wandte man dieſes Verfahren in Javelle (bei Paris) an. Alban ſtellte Verſuche hierüber in Gegenwart der Kommiſſäre des Wohlfahrtsausſchuſſes an; er nahm 100 Kilogr. geglühtes ſchwefelſaures Natron, 20 Kilogr. Kohlenpulver, 11 Kilogr. glühende Holzkohlen und 33 Kilogr. Abfälle von ſchwarzem oder oder verzinntem Eiſenblech. Man mengte anfangs das ſchwefelſaure Natron und das Kohlenpulver und glühte das Gemenge im Flammofen, um Erſtere in Schwefelnatrium zu verwandeln. Nachdem dieſes in den Fluß gekommen, fügte man 20 Kilogr. Eiſen hinzu und rührte das Gemenge wiederhohlt wohl durch einander. Die Maſſe blähte ſich auf, kochte und das Eiſen war bald aufgelöſt. Nachher gab man 8 Kilogr. glühende Kohle hinzu, welche eine Entbindung von Schwefelwaſſerſtoff bewirkten; ſpäter fügte man nun das noch übrige Eiſen und die rückſtändige glühende Kohle hinzu, fuhr fort umzurühren und zwar ſo lange als die Entbindung von Schwefelwaſſerſtoff fortdauerte. Nachdem dieſe beinahe aufgehört hatte und die Maſſe ruhig floß, nahm man ſie aus dem Ofen; ſie wog 107 Kilogr. Dieſes Produkt beſtand aus reinem waſſerfreiem Natron und Schwefeleiſen, war ſchwarz gefärbt, ſtark ätzend, und im Bruche geſtreift und metallähnlich. An der Luft zerfiel ſie unter Wärmeentbindung und bedeckte ſich mit einer Lage gelben Eiſenoxydes. Wurde ſie mit Waſſer behandelt, ſo gab ſie ſoviel Natron, daß man 100 Kilogr. kohlenſaures Natron daraus herſtellen konnte.

Die Theorie der Operation iſt nicht ſehr klar. Wahrſcheinlich bildet ſich ein Doppelſulphurid von Natrium und Eiſen, und man erhält nur die Hälfte von dem im angewandten Gemenge enthaltene Natron. Dieſer Gegenſtand verdiente wohl aufs Neue wieder unterſucht zu werden. Wir würden uns kürzer über dieſes Verfahren gefaßt haben, hätte man nicht ſpäter ausgemittelt, daß ſtatt des metalliſchen Eiſens auch Eiſenſteine und Kohle, in gehörigem Verhältniß mit einander gemengt, angewendet werden können.

Leblanc's Verfahren.

1293. Dieſes wird jetzt allgemein in Frankreich angewendet. Es beruht auf der Umwandlung des ſchwefelſauern

Natrons in Soda, wenn dieſes mit zureichenden Mengen von Kreide und Kohle geglüht wird. Es folgt hier eine Tabelle dieſer merkwürdigen Reaktion, bei welcher man nach und nach durch viele Verſuche zu demſelben Reſultat kam, welches durch die ſchärfſte Theorie kaum richtiger hätte beſtimmt werden können.

Angewendete Stoffe.

2 At. waſſerfreies ſchwefelſaures Natron	= 1784	oder	41
3 At. kohlenſaurer Kalk	= 1893	—	44
18 At. Kohle	= 675	—	15
	4352		100

Erhaltene Produkte.

2 At. waſſerfreies kohlenſaures Natron	= 1332	oder	30
1 At. Kalk; 2 At. Schwefelcalcium } vereinigt . .	= 1270	—	29,5
20 At. Kohlenoxyd	= 1750	—	40,5
	4352		100,0

Man erſieht hieraus, daß wenn man gleiche Theile waſſerfreies ſchwefelſaures Natron und Kreide mit dem angezeigten Quantum Kohle glüht, ſo bilden ſich Produkte, deren Erzeugung erklärlich iſt, wenn man zuvörderſt annimmt, daß das ſchwefelſaure Natron und ein Theil der Kreide ſich in ſchwefelſauren Kalk und kohlenſaures Natron verwandelt. Da aber bei Auflöſung dieſes Gemenges man wieder ſchwefelſaures Natron und Kreide erhalten würde, ſo fügt man Kohle hinzu, um den ſchwefelſauern Kalk zu zerſetzen. Wollte man nur zwei Atome Kreide allein zerſetzen, und der ſchwefelſaure Kalk würde in Schwefelcalcium durch die Kohle verwandelt, ſo würde dieſes bei der Auflöſung in Waſſer wiederum durch das kohlenſaure Natron zerſetzt werden, und man wieder neu erzeugte Kreide und Schwefelnatrium haben. Dieſes findet aber nicht Statt, wenn man drei Atome Kreide anwendet, weil dann ein Atom Kalk frei bleibt, der verbunden mit den zwei Atomen Schwefelcalcium ein im kaltem Waſſer unlösliches Produkt bildet; es löſt ſich dann das erzeugte kohlenſaure Natron allein im Waſſer auf, und das erzeugte Schwefelcalcium kann nicht darauf reagiren, weil es als unlösliche Maſſe zu Boden fällt.

Es geht daraus hervor, daß das ganze Geheimniß der Sodafabrikation, welche einen ſo bedeutenden Einfluß auf unſern Handel ausgeübt hat, auf der Anwendung zweckmäßiger Mengenverhältniſſe zwiſchen Kreide und ſchwefelſaurem Natron beruht. Die zuzuſetzende Kohlenmenge kann variiren; man muß jedoch ſtets mehr zugeben, als die Rechnung nach Atomen beſagt, weil während der Operation immer davon verbrennt; übrigens kann ein Kohlenüberſchuß nicht ſchaden, weil dadurch nur ein Theil der Soda ätzend wird, was kein erheblicher Nachtheil iſt.

Leblanc wendete folgende Mengen der zur Sodabereitung erforderlichen Stoffe an:

1000	waſſerfreies ſchwefelſaures Natron
1000	Kreide
550	Kohle
2550	

und erhielt daraus

1530	rohe Soda oder hiervon wieder
900	kryſtalliſirtes kohlenſaures Natron
1000	unlöslichen Rückſtand.

Die Bereitung der Soda nach Leblanc's Verfahren aus Glauberſalz iſt demnach eine leicht zu erklärende Operation und nach der bereits hierin gemachten Erfahrung auch nicht mehr ſchwierig. Nicht ſo verhält es ſich mit der Fabrikation des Glauberſalzes, einer Operation, die zwar an ſich äußerſt leicht und einfach iſt, allein im Großen mit ſehr bedeutenden Unbequemlichkeiten verknüpft iſt, wegen der Erzeugung ungeheurer Mengen von Salzſäure, die man in ſo großen Maſſen nicht anwenden kann, und deren Kondenſation nicht leicht ohne beträchtliche Koſten zu bewerkſtelligen iſt. Man muß deshalb bei der Sodabereitung einen Unterſchied machen, zwiſchen den Fabriken, welche die Salzſäure auffangen, und denen, welche ſie unbenützt fortgehen laſſen.

In Frankreich bereitet man ſich das ſchwefelſaure Natron ſtets durch Einwirkung der Schwefelſäure auf das Kochſalz; deßhalb ſind auch die größten Fabriken an ſolchen Orten errichtet worden, wo wie z. B. in Marſeille nicht nur das Meerſalz im Überfluß vorhanden iſt, ſondern auch

der zur Bereitung der Schwefelſäure nöthige Schwefel ſehr leicht und billig zugeführt werden kann.

Will man die Salzſäure auffangen, ſo kann man ſich der bereits (57) beſchriebenen Apparate bedienen; dagegen in Fabriken, welche nach einem ſehr großen Maaßſtab angelegt werden, wendet man Vorrichtungen an, welche zur Erzeugung großer Maſſen von ſchwefelſaurem Natron geeignet ſind, obgleich ſie den Nachtheil mit ſich führen, daß dadurch nur ein Theil der erzeugten Salzſäure kondenſirt wird. Die einfachſte Einrichtung dieſer Art beſteht darin, das Gemenge von Kochſalz und Schwefelſäure in einem Reverberirofen zu erhitzen und den Rauch durch eine Reihe von Verdichtungsgefäßen zu leiten, aus welchen er zuletzt in den Schornſtein eines Sodaofens tritt, welcher den Zug bewirkt. Wendet man dieſe Vorrichtung an, ſo muß man das Glauberſalz in einem beſondern Ofen in Soda verwandeln. In den ſehr großen Fabriken wird gewöhnlich die Salzſäure gar nicht aufgefangen. Man muß dann ſie zu verdichten ſuchen, um den ſchädlichen Einfluß zu verhüten, welchen die ſich frei verflüchtigende Säure auf die Vegetation der Umgebung ausüben würde. Das einfachſte Mittel hierzu beſteht darin, daß man die Dämpfe in eine große, mit Stücken von kohlenſaurem Kalk angefüllte Kammer leitet; von da gehen ſie in einen langen Kanal, deſſen Seitenwände gleichfalls aus Kalkſteinen erbaut ſind; wenn es die Örtlichkeit erlaubt, ſo errichtet man dieſen Kanal an Hügeln oder Bergen, damit derſelbe zugleich als Schornſtein diene. Im entgegengeſetzten Fall müßte man am Ende des Kanals einen Schornſtein errichten, um dem Rauche einen Abzug zu verſchaffen. Hat man aber Waſſer in der Nähe, ſo läßt ſich dieſes vortheilhaft zur Kondenſation der Säure anwenden. Man darf dann nur nach Clements Vorſchlag das Gas in einen Thurm leiten, der mit Kieſelſteinen angefüllt iſt, auf welche beſtändig Waſſer herabrinnt.

Bei dem gewöhnlichen Verfahren bietet die Verdichtung des Gaſes faſt unüberwindliche Schwierigkeiten dar. Man bereitet gewöhnlich in ein und demſelben Ofen zugleich die rohe Soda und das ſchwefelſaure Natron. Der Luftzug,

welchen die Fabrikation der Soda erfordert, iſt ſo ſtark, daß es faſt unmöglich wird, mit Erfolg irgend einen Verdichtungsapparat damit zu verbinden, ohne dadurch nicht zugleich dem Gelingen der Operation Eintrag zu thun. Andrerſeits aber bietet dieſes Verfahren Vortheile dar, welche aus den folgenden näheren Angaben gehörig gewürdigt werden können.

Der doppelte Ofen iſt ein Reverberirofen, deſſen Soole aus zwei elliptiſchen Abtheilungen beſteht und deſſen Gewölbe ein ſehr gedrückter Bogen iſt. Die erſte Abtheilung der Ofenſohle iſt 10 Fuß lang und 8 Fuß breit, und für die Sodabereitung beſtimmt. Die zweite iſt 8′ lang und 7′ breit; in ihr wird das Kochſalz zerſetzt. Die erſte Abtheilung iſt aus Backſteinen, die zweite aus feſten Sandſteinen konſtruirt. Letztere iſt nicht ſehr haltbar und nur einige Monate lang brauchbar. Der Feuerplatz iſt 4′ lang und 2′ breit. *)

In einem ſolchen Ofen zerſetzt man in 24 Stunden 1600 Kilogr. Kochſalz mittelſt 2000 Kilogr. Schwefelſäure von 50° B. und erhält daraus 2000 waſſerfreies ſchwefelſaures Natron.

Zu gleicher Zeit werden in demſelben 2000 Kilogr. Glauberſalz, die man mit 2060 oder ſelbſt mit 2100 Kilogr. Kreide und 1000 bis 1060 Kilogr. Kohle mengt, in rohe Soda verwandelt, die 2800 Kilogr. gute Waare liefern. Jede Operation, wozu 400 Kilogr. von dem zur Soda beſtimmten Gemenge genommen werden, dauert 2 Stunden. Dieſe praktiſchen Angaben ſtimmen ganz mit der Rechnung überein, es iſt alſo in dieſer Beziehung kaum mehr etwas zu verbeſſern. Der Vortheil, welcher durch Anwendung doppelter Öfen erwächſt, iſt ſehr bedeutend, denn der Verbrauch an Brennſtoff, der ſich auf 12 Hektoliter Steinkohlen in 24 Stunden für einen einfachen Ofen beläuft, beträgt kaum für einen doppelten Ofen mehr.

Die Verwandlung des Kochſalzes in ſchwefelſaures Natron bietet keine beſonders merkwürdigen Erſcheinungen dar.

---

*) Da in den Kupfertäfeln des Orginals keine Zeichnung von einem Sodaofen ſich vorfindet, ſo fügen wir, um dieſem weſentlichen Mangel abzuhelfen, eine ſolche der Tafel 27 in der Fig. 12 hinzu, die wir aus Schubarths Elementen der techniſchen Chemie 1. Bandes 1. Abtheilung zu entnehmen uns erlaubten. A. u. E.

Man bringt das Salz in den Ofen und gießt dann die Schwefelſäure durch eine oben am Ofengewölbe angebrachte Öffnung auf daſſelbe. Die Umwandlung des Glauberſalzes in Soda iſt dagegen von einigen beachtenswerthen Erſcheinungen begleitet. Das gehörig pulveriſirte Gemenge wird durch eine Seitenthüre in den Ofen gebracht; anfangs reißt der ſtarke Luftzug des Ofens einen Theil der pulverförmigen Maſſe fort, allein bald fängt das Gemenge an zu ſchmelzen, backt zuſammen und ballt ſich. Man rührt nun tüchtig mit einer eiſernen Krücke um; ſobald die Maſſe ſchmilzt und breiartig wird, entbindet ſich viel Kohlenoxydgas, welches ſich entzündet und verbrennt. Das in den angewendeten Stoffen noch vorhandene Waſſer wird zerſetzt und es bildet ſich außerdem noch Schwefelwaſſerſtoff oder Kohlenwaſſerſtoffgas. Solange die Gasentbindung fortdauert, muß die Maſſe ſtark durch einander gearbeitet werden; aber dieſe Erſcheinung hört allmählig auf, indem dieſelbe flüßiger wird und dann naht ſich die Operation ihrem Ende. Man taucht nun einen eiſernen Stab in die geſchmolzene Maſſe, zieht ihn wieder heraus und unterſucht die daran hängende Kruſte. Zeigt ſich dieſe Kruſte, welche beim Erkalten zerſpringt, auf dem Bruche gleichartig und zuſammenhängend fein körnig, ſo darf man die Operation als beendigt anſehen. Sobald dieſer Zeitpunkt allmählig näher rückt, ſo muß man beſonders vorſichtig feuern; zu ſtarkes Feuer würde die Soda und den noch unzerſetzten Kalk zuſammenfritten, bei zu ſchwachem Feuer dagegen würde die Maſſe erhärten und nicht gehörig fließen. Die geſchmolzene Soda wird nun aus dem Ofen gezogen und auf die Erde geworfen, wo ſie beim Erkalten zu einer feſten Maſſe erſtarrt; man zerſchlägt ſie dann in Stücken und bewahrt ſie auf. Die ſo gewonnene rohe Soda enthält zuweilen noch etwas Schwefelnatrium, allein an der Luft geht dieſes allmählig in unterſchweflichtſaures Natron über; *) dieſe Soda liefert dann, zur Seifenbereitung angewendet, nie ganz weiße Seife.

*) Es dürfte, da die Sodafabrikation auch in Deutſchland jetzt allgemeiner zu werden anfängt, nicht überflüſſig ſeyn, die von Dr. Bernard Pluvinet, Beſitzer einer Sodafabrik in Marſeille, bekannt gemachten Erfahrungen hier

Will man aus der rohen Soda das kohlenſaure Natron abſcheiden, ſo wird ſie pulveriſirt und ausgelaugt. Die Lau=

mitzutheilen. Dieſer Verfaſſer ſagt: „Um Zeit und Brennmaterial zu ſparen, muß die Schmelzung raſch geſchehen; um aber dieſen Zweck zu erreichen iſt erforderlich: 1.) daß der Ofen zweckmäßig konſtruirt ſey; 2.) daß das Feuer gehörig dirigirt werde; 3.) daß die auf einmal zu ſchmelzende Menge roher Stoffe weder zu groß noch zu klein ſey; 4.) daß gehörig umgerührt werde; 5.) daß das Gemenge leicht flüſſig ſey.

In Beziehung auf den erſten Punkt iſt zu bemerken, daß der Ofen ſo groß als möglich ſeyn muß, jedoch dürfen ſeine Dimenſionen nicht ſo bedeutend ſein, daß dadurch das Umrühren der ſchmelzenden Maſſe mit den dazu erforderlichen Inſtrumenten vielleicht nicht auf allen Punkten der Ofenſohle leicht zu bewerkſtelligen wäre. Der Ofen muß gut ziehen und zwar eher zu ſtark als zu ſchwach.

Hinſichtlich des zweiten Punktes iſt zu empfehlen, nicht zuviel Brennſtoff auf einmal auf den Roſt zu bringen; man muß übrigens ſtets ein gleichmäßiges, etwas lebhaftes Feuer unterhalten, und die Bildung von Kohlenſchlacken (bei Steinkohlenfeuerung) zu vermeiden ſuchen.

Was den dritten Punkt betrifft, ſo darf die Portion der in den Ofen zu bringenden Maſſe weder zu groß noch zu klein ſeyn; im erſten Falle würde ein Theil davon lange Zeit ungeſchmolzen bleiben, und im zweiten Falle hat man ebenfalls Zeitverluſt, denn da die Operationen dann ſchneller beendigt wären, ſo würde der Ofen zu oft abgekühlt werden.

Wird die Maſſe in den erſten Augenblicken des Eintragens umgerührt, ſo verzögert man dadurch die Schmelzung; man muß deshalb, nachdem ſie eingetragen und auf der Ofenſohle gleichförmig ausgebreitet worden, damit warten bis die Oberfläche zu ſchmelzen anfängt. Man furcht nun die Maſſe wiederholt, bis mehr als die Hälfte derſelben in Schmelzung übergegangen iſt; iſt dieſer Augenblick eingetreten, ſo muß ſie öfter und ſtärker umgerührt werden. Sobald aber zwei Drittheile geſchmolzen ſind, ſo muß ſie beſtändig durch einander gearbeitet werden, womit man bis gegen das Ende der Operation fortfährt und ſie zuletzt ſo gut als möglich unter einander mengt. Es iſt klar, daß je leicht flüſſiger das Gemenge iſt, deſto weniger wird Zeit und Brennmaterial zur Schmelzung erfordert.

Um die rohe Soda reich an alkaliſchem Gehalt zu erhalten und um zu vermeiden, daß die Laugen derſelben Schwefelnatrium enthalten, iſt es erforderlich, daß die rohen Stoffe in gehörigem Mengenverhältniß genommen werden; ebenſo wichtig iſt zur Erreichung dieſes Zweckes aber auch die Leitung der Operation ſelbſt. Um eine Überſicht dieſer Regeln geben zu können, wollen wir die Operation in drei Zeitabſchnitte theilen: während des erſten erhitzen ſich die Stoffe und ſchmelzen zum Theil; während des zweiten wird die Schmelzung vollendet, und im dritten endigt ſich die Operation durch eine vorzüglich ſtarke Wechſelwirkung der flüſſigen Stoffe auf einander. Es wurde ſchon bemerkt, daß man anfangs nur wenig umzurühren braucht, denn es ſcheint, daß wenn die Oberfläche bereits etwas flüſſig geworden iſt, nachher weit ſchneller die Schmelzung der unten liegenden Maſſen vor ſich geht, als wenn die

gen werden abgedampft in einem aus vier Pfannen zuſam=

Schmelzung der oberſten Schicht durch Vermiſchen mit den untern aufgehalten wird. Anfangs muß man möglichſt ſtark feuern und man fährt damit fort, bis zwei Drittel der Maſſe in den Fluß gekommen ſind; übrigens kann man durch ſtarkes Umrühren die Schmelzung noch mehr als durch allzu ſtarkes Feuern beſchleunigen. Es iſt auch ſehr wichtig die Maſſe recht tüchtig durchzuarbeiten und zwar ehe noch die Reaktion ſehr lebhaft wird. Iſt dieſer Moment eingetreten, ſo wird die Maſſe dick; man muß jetzt das Feuer mäßigen, weil ſich ſonſt viel Alkali verflüchtigt und den Brei fortwährend tüchtig umrühren und wohl durch einander mengen. Es bläht ſich die Maſſe auf und aus ihrer Oberfläche brechen lange weiße Flammen hervor; hört man jetzt eine Zeit lang mit dem Umrühren auf, ſo vermindert ſich das Aufblähen und ſie wird flüſſiger. Es kommt nun ganz auf den Zeitpunkt des Herausnehmens an, ob man eine mehr ſchwammige oder mehr kompacte Soda erhalten will.

Leblancs Miſchungsverhältniſſe (100 Glauberſalz, 100 Kreide, 50 Kohle) ſind allerdings die beſten, allein dann muß das Glauberſalz vollkommen waſſerfrei, die Kohle aber muß etwas waſſerhaltig ſeyn, wie dieß gewöhnlich bei derjenigen der Fall iſt, welche zu ebener Erde aufbewahrt wird. Iſt dagegen die Kohle ſehr trocken, ſo würden davon nur 44 nöthig ſeyn. Sobald die Operation gut geleitet wird, erhält man Laugen, welche ſehr wenig Schwefelnatrium enthalten. Selten wenden die Fabrikanten reines Glauberſalz an, denn gewöhnlich enthält es noch unzerſetztes Kochſalz, weil bei der Zerſetzung des Letztern durch Schwefelſäure ſtets ein Kochſalzüberſchuß genommen wird, um keinen Verluſt an der theurern Säure zu haben. Selbſt die Seifenfabrikanten laſſen ſich dieſe ſalzhaltige Soda gefallen, da das Salz bei ihrer Arbeit ihnen zu Gute kommt und überhaupt die ſalzhaltige Soda ſich leichter auslaugen läßt.

Wendet man weniger Kreide an als Leblanc angiebt, ſo erhält man ſehr ſchwefelhaltige Soda. Auch genau die vorgeſchriebene Menge Kohle anzuwenden, iſt ſehr wichtig; zwar kann man durch längeres Glühen wieder helfen, wenn man zuviel Kohle genommen hat, allein dann wird die Soda hart, dicht und minder ſchwammig und ſowohl das Pulveriſiren als das Auslaugen iſt dann weit ſchwieriger. Die Kohlendoſis darf um ſo geringer ſeyn, je ſchneller man die Operation zu beendigen verſteht. Bisweilen nimmt man Steinkohlen ſtatt des Holzkohlenpulvers, und je nachdem ſolche dann mehr oder weniger Brennſtoff enthält, muß man 52 bis 56 Prozente des im Gemenge enthaltenen Glauberſalzes davon anwenden. Die beſte Soda wird übrigens erzeugt, wenn man dem Gemenge nur Holzkohlenſtaub zugiebt, dagegen aber mit Steinkohlen feuert."

Dieſe Bemerkungen Pluvinets finden ſich in den Notices sur l'alcalimètre par Descroizilles. Es enthält dieſes Werkchen vorzüglich Anweiſung zur Prüfung des Alkaligehalts der Soda, Pottaſche und Seife ꝛc., wovon in dieſem Handbuch erſt weiter unten die Rede ſeyn wird. Sodafabrikanten insbeſondere verweiſen wir auf den Essai sur l'établiſsement et la surveillance des fabriques de Soude factice par C. F. de Saint-Genis. Pari schez Fantin. A. u. E.

mengeſetzten Apparat; die erſte Pfanne, welche von dem Feuerplatz am weiteſten entfernt iſt, dient zur Erwärmung der Lauge; die zwei folgenden ſind zur Konzentration derſelben beſtimmt und die vierte endlich, die unmittelbar über dem Feuer angebracht iſt, nimmt die ſehr konzentrirte Flüſſigkeit auf, welche ſodann darin bis zur Trockne abgedampft wird. Die vollkommne Entwäſſerung des Salzes wird in einem Reverberirofen vorgenommen, der demjenigen ähnlich iſt, welchen man zum Glühen der rohen Pottaſche anwendet. Das erhaltene Produkt heißt im Handel Sodaſalz; das kryſtalliſirte Salz dagegen heißt kohlenſaures Natron; man läßt zu dem Endzweck die konzentrirten Laugen bei kaltem Wetter kryſtalliſiren. Die Mutterlaugen werden dann weiter abgedampft und geben noch Sodaſalz, deſſen Qualität freilich geringer iſt, als wenn es unmittelbar aus der ausgelaugten Soda gewonnen wird. *)

*) Beim Auslaugen der künſtlichen Soda muß man einen Kunſtgriff anwenden, um die Auflöſung des kohlenſauern Natrons rein von Schwefelmetallen zu erhalten. Man darf zu dem Ende die Soda anfangs nur kalt auslaugen, wodurch nur die reinen Salze aufgelöſt werden; eine zweite kalte Auslaugung löſt den Reſt der auflöslichen Salze vollends auf.

Bei dieſem Auslaugen verfährt man folgendermaſſen: man zerſchlägt die Sodamaſſen in Stücken von 5—6 Pfd. und bringt 5—6000 Pfd. davon auf einen Roſt in eine große Kufe, deren Boden zur Aufnahme von Waſſerdämpfen eingerichtet iſt. Iſt die Kufe mit Soda gefüllt, ſo leitet man Waſſerdämpfe in dieſelbe; dieſe durchdringen die Maſſe in allen Richtungen und befeuchten ſie, indem ſie ſich verdichten. Nach Verlauf weniger Minuten hört man auf, Waſſerdämpfe hinein ſtrömen zu laſſen und überläßt die Maſſe zwölf Stunden lang ſich ſelbſt; ſie zerfällt dann ähnlich dem gelöſchten Kalk. Nachdem dieß geſchehen, gießt man ungefähr 16000 Pfd. kaltes Waſſer in die Kufe, die man nach 2—3 Stunden wieder abläßt. Da nun die Soda ſehr viel Waſſer zurückhält, ſo enthält die erſte Lauge nur die Hälfte der angewandten Waſſermenge und ebenſo auch nur die Hälfte der in kaltem Waſſer auflöslichen Salze. Man läßt deshalb in die Kufe aufs Neue kaltes Waſſer laufen und zwar nur halb ſoviel als anfangs. Nachdem dieſes wieder einige Zeit lang auf der Maſſe geſtanden, zieht man es wiederum ab und hat nun darin das dritte Viertel der bei gewöhnlicher Temperatur auflöslichen Salze. Eine neue Auslaugung mit kaltem Waſſer nimmt wieder die Hälfte der, in der Kufe noch zurückgebliebenen Salze mit ſich fort, und erſt jetzt laugt man mit heißem Waſſer aus, wodurch nicht nur der Reſt des rückſtändigen kohlenſauern Natrons, ſondern auch faſt alle übrigen Salze ausgezogen werden.

Capitel IV.

Künſtliche Pottaſche.

1294. Seit einigen Jahren kommt in Paris unter dieſem Namen ein Produkt vor, welches für amerikaniſche Pottaſche verkauft wird, indem die Wäſcherinnen dieſe vorziehen.

Die künſtliche Pottaſche enthält aber nur Natron und der Zweck, den man bei Bereitung derſelben erreichen will, beſteht allein darin, eine alkaliſches der amerikaniſchen Pottaſche ähnliches Produkt von ziemlich kauſtiſchem Geſchmack in den Handel zu liefern. Es läßt ſich auf verſchiedene, mehr oder minder vortheilhafte Weiſe erzielen.

Die von der letzten Auslaugung erhaltene Flüſſigkeit wird nicht mit den erſten Laugen vermengt, ſondern allein behandelt, wie unten gezeigt werden wird. Die kalt erhaltenen Laugen werden auf friſche Soda ſtatt des Waſſers gegeben, um ſie möglichſt konzentrirt zu erhalten und dann in flachen Keſſeln oder Pfannen von Eiſenblech ſo lange abgedampft, bis neun Zehntel der darin enthaltenen Salze niedergefallen ſind. Man ſondert dieſe ſodann von der Mutterlauge, welche größtentheils aus ſchwefelſauren Salzen, aus Chloriden und Sulphuriden beſteht und mit den heiß bereiteten Laugen vermiſcht werden. Dieſe unreinen Laugen werden nachher in einem großen Abdampfapparat zum Kochen gebracht und drei Theile Kartoffeln auf 100 Thl. der in der Auflöſung enthaltenen Salze hinzugefügt. Die Kartoffeln löſen ſich bald auf; man konzentrirt die Flüſſigkeit immer mehr und ſo weit es möglich iſt, ohne daß die Bleipfannen, worin dieſe Operation vorgenommen wird, ſchmelzen. Das breiartige Gemenge wird nachher in einen eiſernen Keſſel gethan, in welchem es vollends zur Trockne abgedampft wird. Die trockne Maſſe glüht man zuletzt in einem Flammofen. Bei dieſer letzten Operation wirkt nun der Kohlenſtoff der fein zertheilten Kartoffeln und verbindet ſich, indem er zu Kohlenſäure verbrennt mit dem geſchwefelten Alkali, während der Schwefel deſſelben ſich dann verflüchtigt.

Um aus dem Sodaſalz das reine kohlenſaure Natron abzuſcheiden, bereitet man ziemlich konzentrirte Auflöſungen davon und läßt ſolche kryſtalliſiren; durch wiederholtes Auflöſen und Kryſtalliſiren erhält man dieſes Salz endlich chemiſch rein. A. u. E.

Das Gemenge, welches zur Bereitung dieſer Pottaſche beſtimmt iſt, wird in Flammöfen geglüht, welche denjenigen ähnlich ſind, die man zur Kalzination der rohen Pottaſche anwendet. Man heitzt dieſe, bis die Maſſe ſo geſchmolzen iſt, daß ſie in Formen ausgegoſſen werden kann, in denen ſie erſtarrt.

Die dazu angewendeten Gemenge ſind ſehr verſchieden, gewöhnlich nimmt man 100 Sodaſalz, 50 Kochſalz und 1 ſchwefelſaures Kupfer; das Sodaſalz wird zuerſt geſchmolzen, dann fügt man unter beſtändigem Umrühren den Kupfervitriol dazu nebſt etwas Salpeter; zuletzt wirft man das Kochſalz in den Ofen, rührt tüchtig um und gießt dann die Maſſe in Formen, ſobald die Schmelzung vollendet iſt. Der Abgang bei dieſer Operation iſt ſehr unbedeutend und beläuft ſich ungefähr auf 5—8 Prozente der angewandten Stoffe.

Wenn dieſe Pottaſche auch zum Waſchen und Bleichen angewendet werden kann, ſo taugt ſie doch keineswegs weder zur Bereitung des Salpeters noch des Kryſtallglaſes. Die Kryſtallglasfabrikanten müßen jede Pottaſche verwerfen, welche mit ſchwefelſaurer Thonerde keinen Alaun bildet; dieſe künſtliche Pottaſche aber iſt zur Alaunbildung ganz untauglich, weil ſie nur Kochſalz, Ätznatron und kohlenſaures Natron enthält.

Capitel V.

Thon.

1295. Unter Thon verſteht man ein natürliches Gemenge von Kieſelerde und Thonerde in mannigfaltigen quantitativen Verhältniſſen. Dieſe Gemenge haben gewiſſe Eigenſchaften mit einander gemein, welche mehr phyſikaliſcher Natur ſind und ſich weniger auf die chemiſche Miſchung gründen.

Sie zerfallen leicht im Waſſer und geben damit einen Brei; wird dieſer in einen feſten Teig verwandelt, ſo iſt er fettig anzufühlen. Die Teigmaſſe iſt ſo zähe, daß ſie ſich leicht in verſchiedene Richtungen verlängern oder dehnen läßt, ohne zu zerreißen. Dieſe Eigenſchaften beſitzen alle Thonarten im größern oder geringern Grade. Der getrocknete Teig iſt feſt; wird er geglüht, ſo nimmt er an Feſtigkeit zu und wird ſo hart, daß er mit einem Stahl Funken giebt, und hat nun die Eigenſchaft, im Waſſer zu zerfallen und damit eine bildſame Maſſe zu bilden, ganz verloren.

Letztere Eigenſchaften beſitzen alle Thonarten, obſchon in ſehr verſchiedenem Grade.

Der Thon iſt für ſich unſchmelzbar, allein durch Zuſatz von Kali, Natron, Baryt, Kalk, Blei- Eiſen- oder Mangan-Oxyd nebſt andern kann er im Feuer geſchmolzen werden. Schon in der Natur findet man Gemenge von Thon, welche Kalk, Eiſenoxyd oder Manganoxyd enthalten, und ſchmelzbar ſind, wenn dieſe Subſtanzen in hinreichender Menge darin vorhanden ſind.

Das Feuer härtet nicht nur den Thon und alle thonhalhaltigen Erden, ſondern vermindert auch das Volumen derſelben, indem ſie leichter werden und das ziemlich feſt gebundene Waſſer großentheils fahren laſſen; allein ſelbſt das heftigſte Feuer vermag nicht den ganzen Waſſergehalt auszutreiben.

Dieſer großen Anziehung zum Waſſer verdankt der Thon eine andere Eigenſchaft, welche die meiſten Arten deſſelben beſitzen, nämlich die Fähigkeit dieſe Flüſſigkeit ſehr heftig und ſelbſt unter Ziſchen einzuſaugen, und an der Zunge zu kleben, indem die auf ihr befindliche Feuchtigkeit ſchnell von ihm abſorbirt wird. Übrigens ſind alle Thonarten weich anzufühlen, laſſen ſich mit dem Meſſer ſchneiden und ſelbſt mit dem Finger poliren.

Die Stoffe, mit welchen der Thon gewöhnlich verunreinigt iſt, ſind: Kieſelerde, Eiſenoxyd, kohlenſaurer Kalk, Magneſia, Schwefeleiſen und zum Theil ſchon zerſetzte Pflanzenſtoffe. Die Kieſelerde macht ihn rauh und benimmt ihm zuweilen die Zähigkeit und die bindende Eigenſchaft; das Eiſenoxyd färbt und macht ihn ſchmelzbar. Durch Schwefeleiſen wird er eiſenoxydhaltig, indem ſich daſſelbe zerſetzt.

Iſt der kohlenſaure Kalk in beträchtlicher Menge in demſelben vorhanden, ſo brauſt er mit Säuren auf und iſt leicht flüſſig im Feuer. Die Magneſia macht ihn zuweilen etwas fett.

1296. Die bekannteſten Abarten des Thons ſind:

1.) der Kollyrit. Es iſt dieſes ein unſchmelzbarer, weiſſer, ziemlich zäher Thon, der beim Drücken etwas Waſſer ausſchwitzt; er hält daſſelbe mit Gewalt zurück. Beim Austrocknen ſondert er ſich baſaltähnliche Prismen, gleich der Stärke. Er iſt durchaus unſchmelzbar und zerfällt in Salpeterſäure ohne Aufbrauſen. Das Waſſer wird von ihm unter Ziſchen abſorbirt, indem er gleich den Opalen entweder ganz oder nur theilweiſe durchſcheinend wird. Es beſteht dieſer Thon aus

1 At. Thonerde	=	643,33	oder 42,46
1 At. Kieſelerde	=	192,60	— 13,14
12 At. Waſſer	=	675,00	— 44,40
1 At. Kollyrit	=	1510,93	100,00

2.) Kaolin. Die Kaoline ſind zerreiblich, mager anzufühlen und bilden mit Waſſer nur ſchwierig eine bildſame Maſſe. Werden ſie von den ihnen gewöhnlich beigemengten, fremdartigen Körpern geſchieden, ſo ſind ſie im Porzellanfeuer unſchmelzbar und färben ſich nicht; ſie erhärten bloß im Feuer gleich den übrigen Thonarten, ja vielleicht noch mehr als dieſe, allein ſie backen nicht zuſammen, wenigſtens wenn ſie rein

ſind. Die ächten Kaolinen ſind faſt alle ſchön weiß, einige aber ſind gelblich oder fleiſchfarb; mehrere dieſer Letztern werden im Feuer grau, weshalb ſie nicht zur Fabrikation des feinen Porzellans angewendet werden können. Die meiſten enthalten Glimmertheilchen, woraus man auf ihren Urſprung ſchlieſſen kann. Beinahe alle dieſe Thonarten ſind ein Erzeugniß der Zerſetzung des Pegmatits, einer Felsart, welche aus Feldſpath und Quarz beſteht.

Nach Berthier enthält das Kaolin.

	Kaolin von Saint-Yrieix bei Limoges.	Von Schneeberg in Sachſen.
Kieſel	46,8	43,6
Thonerde	37,3	37,7
Kali	2,5	0,0
Eiſenoxyd	0,0	1,5
Waſſer	13,0	12,6
	99,6	95,4

Das Kaolin von Saint Yrieix, nachdem es gewaſchen und getrocknet worden, enthält alſo 56 Kieſelerde, und 44 Thonerde, wodurch es ſich einem Thonerdeſilikat nähert, welches ſowohl in der Baſis als in der Säure gleich viel Sauerſtoff enthält; dieſes würde aus 48 Thonerde und 52 Kieſelerde beſtehen. Roſe hat wirklich ein Kaolin analyſirt, das auf dieſe Weiſe zuſammengeſetzt war.

3.) Plaſtiſcher oder bildſamer Thon. Er iſt feſt und fühlt ſich ſanft und fettig an; mit dem Fingernagel läßt er ſich poliren. Im trocknen Zuſtand nimmt er viel Waſſer auf und bildet damit eine zähe bildſame Maſſe, welche die Arbeiter lang nennen; bisweilen wird er im Waſſer ſogar etwas durchſcheinend. Er iſt im Porzellanfeuer unſchmelzbar und erlangt dadurch eine große Feſtigkeit.

Einige dieſer Thonarten bleiben im Feuer weiß, oder verlieren ſelbſt ihre Farbe im Porzellanfeuer; andere dagegen färben ſich roth und zuweilen ſehr dunkel.

Hinſichtlich der Zuſammenſetzung zerfällt der bildſame Thon in zwei ſehr ſcharf geſchiedene Varietäten. Folgende Analyſen ſind von Berthier:

Bildſamer Thon.	Kieſel.	Thon.	Eiſenoxyd.	Benützung.
von Forges-les-Faux	73	27	Spuren	Glasſchmelzhäfen.
von Saint-Amand	73,3	24	2,7	Töpferwaaren.
von Stourbridge . .	73,4	24,6	2,0	Glashäfen und
von Montereau . . .	73	27	Spuren	Stahlſchmelztiegel.

In dieſen Thonarten enthält die Kieſelerde dreimal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis; dagegen in den folgenden ungefähr nur das Doppelte.

Plaſtiſcher Thon.	Kieſelerde.	Thonerde.	Eiſenoxyd.	Benützung.
von Abondant	59	41	Spuren	Porzellankapſeln.
von Devonſchire . . .	57	43	Spuren	feines engl. Fayence.
von Audennes bei Namür	64,3	33,3	2,5	Meſſingſchmelztiegel.

4.) **Walkthon oder Walkerde.** (Argile smectique ou terre à foulon). Sie iſt fettig anzufühlen und läßt ſich mit dem Fingernagel poliren; im Waſſer zerfällt ſie ſchnell, bildet eine breiartige Maſſe, wird aber nicht ſehr bildſam; bisweilen enthält ſie Magneſia. Einige äußere Kennzeichen ſcheinen von der Gegenwart dieſer Erde herzurühren, die gewöhnlich den Mineralien ein fettiges Anſehen ertheilt, wenn ſie in denſelben gewiſſer Menge vorhanden iſt

Die Farben dieſes Thons ſind ſehr verſchieden; gewöhnlich iſt er gelblichgrau oder olivengrün, es giebt aber auch braune und fleiſchrothe. Im Bruche variirt er ebenfalls, indem er bald uneben, bald ſchieferig und bisweilen ſelbſt muſchlich iſt.

Der Walkthon iſt ziemlich feſt und klebt wenig an der Zunge. Verſchiedene Abarten deſſelben ſchwärzen ſich beim Erhitzen, werden aber durch anhaltendes Glühen weiß, was die Gegenwart brennbarer Subſtanzen anzeigt. In ſehr ſtarkem Feuer ſchmelzen dieſe Thonarten.

5.) **Töpferthon.** (Argile figuline.) Dieſe Thone beſitzen faſt die meiſten äußern Eigenſchaften des plaſtiſchen

Thons; viele derſelben fühlen ſich weich an und bilden mit Waſſer eine ziemlich zähe Maſſe, allein ſie ſind minder feſt, zerreiblicher und zertheilen ſich weit leichter im Waſſer. Mehrere derſelben ſind ſtark gefärbt, behalten ihre Farbe auch beim Brennen und werden bisweilen nur etwas lebhafter roth; im Bruche ſind ſie uneben und nicht blätterig. Obſchon weich anzufühlen, ſind ſie doch gewöhnlich nicht ſo fett als die Walkthone. Einige brauſen ſchwach mit Säuren auf und nähern ſich bisweilen dem Mergel ſo ſehr, daß ſie nur ſchwierig davon zu unterſcheiden ſind. Der Kalk- und Eiſen-Gehalt macht dieſe Thonarten ſchon bei weit geringeren Hitzgraden ſchmelzbar, als dieß bei den vorher aufgezählten Varietäten der Fall iſt. Dieſe Thone werden zur Fabrikation des Fayences und der gewöhnlichen Töpferwaaren angewendet und liefern meiſt eine poröſe, röthliche Maſſe.

Hier folgt das Ergebniß der Analyſe zweier Töpferthone.

	Thon von Provins nach Aubert.	Thon von Livernon (Lot) nach Berthier.
Kieſel	57	60
Thonerde	37	30
Eiſenoxyd	1,7	7,6
Kalk	4,0	2,4
	99,7	100,0

6.) Mergel. (Argile marne.) Der Mergel iſt hinſichtlich ſeiner Konſiſtenz verſchieden, allein nie ſo hart, um nicht im Waſſer zerfallen zu können. Gewöhnlich iſt er zerreiblich und oft ſogar pulverig. Zuweilen zerfällt er ſchon beim Austrocknen: auch im Waſſer zerfällt er zu Pulver und bildet damit eine teigige Maſſe, die durchaus keinen Zuſammenhang hat. Mit Salpeterſäure brauſt er ſtark auf, indem ſich darin oft mehr als die Hälfte ſeines Gewichtes auflöſt. Vor dem Lothröhr ſchmilzt er leicht. Im Bruche iſt er erdig, bisweilen blätterig und unterſcheidet ſich in letztern Falle vom Schieferthon nur durch die Wirkung der Salpeterſäure und durch ſeine leichte Schmelzbarkeit. Man unterſcheidet Thonmergel und Kalkmergel, je nach den verſchiedenen Beſtandtheilen. Nach Buiſſon enthält der Mergel

	Von Belleville bei Paris.	Von Viroflay bei Verſailles.
Kieſelerde	46	29
Thonerde	17	11
Eiſenoxyd	6	6
kohlenſ. Kalk	28	52
	97	98

Der Mergel wird ſehr häufig in der Landwirthſchaft zur Verbeſſerung des Bodens angewendet; den Thonmergel verarbeiten die Töpfer zuweilen, und aus dem Kalkmergel läßt ſich Waſſermörtel bereiten.

Capitel VI.

Alaun. (Alun.)

1297. Da wir bereits die Zuſammenſetzung und die Eigenſchaften des Alauns kennen, ſo müſſen wir nun die Bereitung dieſes Salzes im Großen näher betrachten. Bis zum fünfzehenten Jahrhundert wurde das ganze in Europa verbrauchte Alaunquantum aus der Levante zu uns gebracht. Es wurde dieſer Alaun, den man Rockalaun nannte, zu Rocca jetzt Edeſſa in Syrien fabrizirt. Johann de Caſtro, ein Genueſer, hatte Gelegenheit die Alaunfabrikation in Syrien kennen zu lernen und war erſtaunt bei ſeiner Zurückkunft in der Umgebung von Tolfa die Stechpalme häufig anzutreffen, welche er ebenfalls ſchon in Syrien geſehen hatte. Er wurde dadurch veranlaßt auch in Tolfa das alaunhaltige Mineral aufzuſuchen und entdeckte bald daſſelbe. Von jener Zeit an wurde die Alaunfabrikation in Italien eingeführt. Später im ſechzehenten Jahrhundert entdeckte man die Kunſt, den Alaun aus dem ſchwefelkieshaltigen Thonſchiefer oder Alaunſchiefer zu bereiten. Während der franzöſiſchen Revolution aber lehrte Chaptal den Alaun noch auf andere Weiſe zu gewinnen und heutiges Tages fabrizirt man denſelben, je nachdem es die örtlichen Verhältniſſe erlauben auf die eine oder andere Weiſe. In vulkaniſchen Gegenden findet man zuweilen den Alaun ſchon gebildet; er iſt dann wahrſcheinlich das Produkt der Einwirkung der Schwefelſäure auf Kali- und Thonerde-haltigen Laven; die Schwefelſäure ſelbſt iſt durch Verbrennen des Schwefels in feuchter Luft entſtanden, in welcher ſich die anfänglich erzeugte ſchweflichte Säure allmählig in Schwefelſäure verwandelt. Dieſer Alaun kann auch durch die Kalzinirung des Alaunſteins entſtehen, die leicht durch vulkaniſche Hitze bewirkt wird. Man findet den ge-

bildeten Alaun in Solfatara, ſowie auch in der Auvergne ꝛc. Unter den natürlichen Alaunen zeichnet ſich der von der Alaungrotte am Cap Miſene bei Neapel aus; dieſes Naturprodukt effloreszirt aus den Höhlenwänden und bildet theils ſeidenglänzende faßrige, theils kryſtalliniſch-körnige Maſſen. In Solfatara blüht dieſer Alaun aus der Erdoberfläche aus; man begünſtigt dieſes Effloresziren, indem man Mauern, Grotten und Anderes mehr aus der Erde formt, wodurch die Oberfläche vermehrt wird. Um den Alaun daraus zu gewinnen, laugt man die reichhaltige Erde aus. Die erhaltene Flüſſigkeit wird in Bleipfannen abgedampft, welche in den ſtets 40° warmen Boden eingeſetzt werden. Die erſte Kryſtalliſation liefert nur unreine Alaunkryſtalle, die aber durch wiederholtes Auflöſen und Umkryſtalliſiren ſehr reine Waare geben.

Auf dieſe Weiſe erhält man aber nur wenig Alaun; bei Weitem die größte Menge des im Handel vorkommenden Alauns wird auf folgende Art gewonnen: 1.) Man bereitet ſich ſchwefelſaure Thonerde, entweder durch direkte Einwirkung der Schwefelſäure auf Thon, oder durch Röſten eines Gemenges von Schwefelkies und Thonſchiefer. Die erhaltene ſchwefelſaure Thonerde wird dann durch Zuſatz von ſchwefelſaurem Ammoniak oder Kali in Alaun verwandelt; 2.) man nimmt das zu Tolfa vorkommende Mineral, röſtet es, und laugt dann den darin ſchon gebildeten Alaun aus. Wir wollen dieſe Verfahrungsarten näher beſchreiben.

1298. Zur Bereitung der ſchwefelſauern Thonerde auf direktem Wege nimmt man Thon, der möglichſt frei vom Kalk und Eiſen iſt. Dieſer wird in Reverberiröfen geglüht, theils um das Waſſer zu entfernen, theils um das Eiſen in das Maximum der Oxydation überzuführen und die Thonerde auflöslicher in den Säuren zu machen. Durch die Austreibung des Waſſers wird der Thon porös und dadurch fähig die Schwefelſäure vermöge der Haaröhrchenanziehung einzuſaugen. Das in Eiſenoxyd verwandelte Eiſenoxydul iſt dagegen weniger auflöslich in Schwefelſäure. Indem nun noch die Kieſelerde des Thons auf die Thonerde reagirt, verliert dieſer ſeinen Zuſammenhang und wird dadurch weit leichter von der Schwefelſäure angegriffen. Der Thon darf jedoch

nicht zu ſtark geglüht werden, denn er würde ſonſt zu hart und dicht und eine anfangende Schmelzung erleiden, wodurch die Einwirkung der Schwefelſäure ſehr erſchwert wird. Man glüht den Thon in Reverbiröfen, deren Flamme zugleich zur Erwärmung zweier Abdampfpfannen angewendet wird; außer dieſen läßt ſich zugleich noch ein Keſſel damit heitzen, in welchem man die Schwefelſäure mit dem geglühten Thon zuſammenbringt. Sobald der Thon beim Glühen die Eigenſchaft erlangt hat, ſich leicht pulveriſiren zu laſſen, ſo wird die Kalzination beendigt.

Der Thon wird hierauf ſorgfältig pulveriſirt und durchgeſiebt, um ein gleichförmig feines Pulver zu erhalten, wovon das Gelingen der folgenden Operation hauptſächlich abhängt.

Nachdem der Thon pulveriſirt iſt, wird er mit Schwefelſäure zuſammengebracht; man nimmt auf 100 Thl. Thon 45 Thl. Schwefelſäure aus der Bleikammer von 45° B. Das Gemenge wird in einen ſteinernen keſſelförmigen Raum gethan, welcher mit einem Gewölbe verſehen iſt. Der heiße Rauch des Reverberirofens ſtreicht unter dieſem Gewölbe weg und erhitzt die breiartige Maſſe auf ungefähr 70°. Nach Verlauf von einigen Tagen, während welcher Zeit man beſtändig umrührt, räumt man die Maſſe heraus und bringt ſie an einen warmen Ort, wo ſie ein bis zwei Monate liegen bleibt. Nachher wird dieſelbe mit Waſſer ausgelaugt, um die gebildete ſchwefelſaure Thonerde abzuſcheiden. Die erſten abgegoſſenen Laugen, welche 15—18° B. haben, werden abgedampft; die übrigen ſchwächern Auflöſungen werden wieder zu neuen Auslaugungen ſtatt Waſſer angewendet, wodurch ſie wieder die zum Abdampfen erforderliche Konzentration erhalten.

Sind die Laugen durch Abdampfen bis auf 20° gebracht, ſo läßt man ſie in ein Behältniß laufen, in welchen ſie ſich ruhig abſetzen und klären: ſpäter gießt man ſie ab, um ſie aufs Neue bis 25° ja ſelbſt bis zu 40° abzudampfen, je nachdem man die ſchwefelſaure Thonerde durch Ammoniak oder Kali in Alaun verwandeln will.

In Gegenden, wo ſich ſchwefelkieshaltiger Alaunſchiefer findet, bereitet man die ſchwefelſaure Thonerde auf andere Weiſe. Das Schwefeleiſen verwandelt ſich ſchon für ſich durch Glühen an der Luft in ſchwefelſaures Eiſenoxydul und Oxyd; allein die Anweſenheit der Thonerde ändert das Reſultat etwas ab, denn das Eiſenoxydſalz verwandelt ſich in ſchwefelſaure Thonerde, während das Eiſenoxyd entweder ganz frei wird oder wenigſtens in baſiſches ſchwefelſaures Eiſenoxyd übergeht. Wird dieſe Operation langſam genug vorgenommen, ſo geht der größte Theil des Eiſens in Oxyd über und man erhält faſt nur allein ſchwefelſaure Thonerde.

Der am beſten hierzu ſich eignende Alaunſchiefer iſt gewöhnlich ſchwärzlich, ſammtartig, weich und zerreiblich und zeigt einen blättrigen Bruch. Faſt immer findet man Kryſtalle von ſchwefelſaurer Thonerde und Eiſen oder Federalaun darin. Man gewinnt dieſen Schiefer bergmänniſch, ſetzt ihn mehr oder weniger lang der Luft aus und röſtet ihn nachher. Einige Schieferarten, wie z. B. der von Freienwalde werden gar nicht geröſtet, ſondern man läßt ſie bloß längere Zeit, etwa ein Jahr, an der Luft liegen. Klaproth vermuthete, daß der Schwefel nicht als Schwefelkies in dieſem Schiefer ſich befinde. In den meiſten Fällen iſt das Röſten unumgänglich nothwendig. Man wirft den Schiefer auf Haufen, nachdem man den Boden mit Thon feſt geſchlagen, etwas abhängig gemacht und mit einer Rinne verſehen hat, damit das Regenwaſſer in einen Behälter aufgefangen werden kann. Man macht zuerſt auf dem Grunde ein Lager von 3 Fuß langen Reißigbündeln auf einem Umkreis von 100 Fuß Länge und 6—7′ Breite; dieſes Holzlager wird 2′ hoch mit Schiefer bedeckt. Hierauf werden die Büſchel mitten im Haufen angezündet und das Feuer durch Öffnen von Luftlöchern an verſchiedenen Punkten ſo dirigirt, daß es ſich nach und nach allgemein ausbreitet. Man bildet nun neuerdings eine Lage von Büſcheln auf dem Haufen und wirft wieder Schiefer darauf, zündet dann wieder an und fährt mit den Schichten ſo lange fort, bis man endlich 8—10 Lagen hat; die oberſte Lage wird mit ſehr kleinem

zerfallenem Schiefer bedeckt, welcher den Haufen gegen den Regen ſchützt. Die Röſtung dauert 6 Wochen oder höchſtens zwei Monate. Iſt der Schiefer ſehr bituminös oder kohlenhaltig, ſo reicht ſchon das erſte Lager von Reiſig zur Röſtung hin, und man legt nicht neues Holz darauf, ſondern fährt mit dem Aufſchichten des Schiefers ſelbſt fort, ſobald man an verſchiedenen Punkten der Oberfläche Flammen hervorbrechen ſieht.

Die Anweſenheit der ſich durch das verbrennende Holz erzeugenden Aſche verwickelt die Reſultate dieſer Operation einigermaſſen; das darin enthaltene Kali verwandelt ſich in ſchwefelſaures Kali und dadurch entſteht dann ſogleich Kalialaun. Holz kann man auch ſtatt Steinkohle anwenden, und dann bildet ſich ſtatt Kalialaun etwas Ammoniakalaun, indem ſich bei der Verbrennung der Steinkohle Ammoniak erzeugt.

Die Röſtung liefert verſchiedene Produkte. Während der Verbindung entbindet ſich ſchweflichte Säure und Schwefel, welche verloren gehen. Allein ungeachtet dieſes Verluſtes bleibt im Rückſtand noch ſehr viel Schwefelſäure, an verſchiedene Stoffe gebunden. Außer dem Schiefer und dem noch unveränderten Schwefelkies muß die Maſſe Eiſenoxyd, baſiſch-ſchwefelaures Eiſenoxyd nebſt baſiſch-ſchwefelſaurer Thonerde und wahrſcheinlich mit Alaunerde überſättigten Alaun enthalten, welche Produkte ſämmtlich unauflöslich ſind. Ferner muß darin enthalten ſeyn: neutrale ſchwefelſaure Thonerde, Kalialaun, Ammoniakalaun, ſchwefelſaures Eiſenoxydul und Oxyd, ſchwefelſaures Eiſenoxydul und Thonerde, ſowie endlich auch ein Doppelſalz von ſchwefelſaurem Eiſenoxyd und Kali, welche Produkte durchgängig auflöslich ſind. Dieſe Produkte finden ſich aber wahrſcheinlich nicht alle gleichzeitig in dem Röſthaufen, ſondern erzeugen ſich erſt nach und nach durch die Röſtung und können hinſichtlich der Menge nach der Dauer derſelben, ſowie nach der angewandten Temperatur variiren.

Zu den auflöslichen Produkten, welche man gewinnen will, gehören der Alaun und die ſchwefelſaure Thonerde. Man

laugt zu dem Endzwecke den geröſteten Schiefer drei bis viermal nach einander aus und läßt die Lauge davon ablaufen. Die ſchwächern Laugen giebt man wieder auf friſch geröſtete Schiefer um ſie zu verſtärken, und bringt ſie ſo bis auf 10—12°.

Dieſe Laugen werden dann bis auf 36° in bleiernen Pfannen über Feuer konzentrirt und hierauf 5—7 Stunden der Ruhe überlaſſen, damit ſich die unauflöslichen baſiſchen Salze, vorzüglich die baſiſchen Eiſenſalze abſetzen. Von da läßt man ſie in die Kryſtalliſirgefäße laufen, in welchen nach einiger Zeit der bereits erzeugte Alaun größtentheils kryſtalliſirt. Die Laugen werden nun aufs Neue konzentrirt und zwar ſo weit, daß das ſchwefelſaure Eiſen herauskryſtalliſiren kann; nachdem beim Erkalten dieſes Salz herauskryſtalliſirt iſt, werden die Mutterlaugen wiederhohlt konzentrirt, wodurch ein neues Quantum Eiſenſalz herauskryſtalliſiren kann. Bisweilen ſchreitet man ſelbſt zu einer dritten ähnlichen Operation, um noch mehr ſchwefelſaures Eiſen zu entfernen. Sobald die Mutterlauge keine Eiſenvitriolkryſtalle mehr abſetzt und ſehr dick geworden iſt wegen Anhäufung von ſchwefelſaurer Thonerde, ſo konzentrirt man ſie ſo weit, daß ſie beim Erkalten ganz erſtarrt. In dieſem Zuſtande erhalten ſie nun die Alaunfabrikanten. Der anfangs erhaltene Alaun wird wieder aufgelöſt und umkryſtalliſirt und ſo in käufliche Waare verwandelt.

Die erhaltene ſchwefelſaure Thonerde wird nun durch Zuſatz von ſchwefelſaurem Kali oder ſchwefelſaurem Ammoniak in Alaun umgewandelt; zuweilen erzeugt man auch daraus ein Gemenge von Kali- und Ammoniak-Alaun, indem man die beiden Salze zugleich hinzugiebt. *)

Das ſchwefelſaure Ammoniak, welches zur Alaunfabri-

---

*) Noch ſcheint man in Frankreich das in Freienwalde übliche Verfahren nicht im Großen angewendet zu haben. Es beſteht darin, das Gemenge von ſchwefelſaurer Thonerde und Eiſenvitriol mit Chlorkalium zu behandeln. Es erzeugt ſich dann Kalialaun, welcher kryſtalliſirt und Chloreiſen, das in den Mutterlaugen bleibt wegen ſeiner großen Zerfließlichkeit. Wenn dieſes Verfahren in Frankreich mit Vortheil ausgeführt werden könnte, ſo würde hauptſächlich die Vareckſoda ein billiges Material dazu liefern. Vielleicht könnte man mit Kochſalz eine ähnliche Zerſetzung bewirken und ſo Natronalaun bereiten.

fabrikation angewendet wird, erhält man aus den Produkten der Deſtillation thieriſcher Stoffe. Das ſchwefelſaure Kali dagegen fällt als Nebenprodukt bei der Bereitung der Schwefelſäure oder der Salpeterſäure. Man muß auf jeden Fall durch Verſuche den Gehalt dieſer ſchwefelſauren Salze, ſowie der zu verarbeitenden ſchwefelſauern Thonerde vorherbeſtimmen, um beide dann in dem richtigen Verhältniß mit einander vereinigen zu können. *) Nach vorangegan- Beſtimmung der beiden Stoffe berechnet man das Gewicht derſelben, welches zur Bildung des Alauns nöthig iſt. Die hierauffolgende Operation hat zum Zweck, Alaun in kleinen Kryſtallen oder in Pulverform darzuſtellen, damit derſelbe durch Abwaſchen mit Waſſer leicht von den beigemengten fremdartigen Salzen gereinigt werden kann. Dieſe gereinigten Kryſtalle werden dann durch Umkryſtalliſiren in große zuſammenhängende Alaunmaſſen verwandelt.

Es leuchtet von ſelbſt ein, daß die Miſchung der Salze in ſehr konzentrirten Auflöſungen geſchehen muß, damit der erzeugte Alaun ſich ſogleich niederſchlagen kann. Wenn man ſchwefelſaures Kali anwendet, ſo bereitet man kochende Auflöſungen davon; das ſchwefelſaure Ammoniak dagegen wird kalt aufgelöſt; nimmt man aber dieſe beiden Salze zugleich, ſo löſt man in lauwarmem Waſſer unter beſtändigem Umrühren vier Theile ſchwefelſaures Ammoniak und einen Theil

---

*) Zu dem Endzweck beſtimmt man die zur vollſtändigen Fällung des ſchwefelſauren Ammoniaks nöthige Menge von Chlorbarium, indem man hierbei gerade ſo, wie bei alkalimetriſchen Beſtimmungen verfährt.

Bei der Prüfung des ſchwefelſauern Kali's nimmt man 5—6 Grammen, welche man mit der Hälfte dieſes Gewichtes kohlenſauren Ammoniaks eine Viertelſtunde rothglüht, wodurch die überſchüſſige Schwefelſäure, wenn ſolche vorhanden iſt, verjagt und neutrales Salz erzeugt wird. Dieſes Letztere wird dann im Waſſer aufgelöſt und durch Chlorbarium weiter beſtimmt.

Um die ſchwefelſaure Thonerde zu analyſiren, löſt man 5 Grammen davon in Waſſer auf und fügt Ammoniak im Überſchuß zu. Der hierdurch erzeugte Niederſchlag wird gut ausgewaſchen, und mit Ätzkali behandelt, welches die Thonerde auflöſt und das Eiſenoxyd zurückläßt. Die alkaliſche Auflöſung wird mit Salzſäure überſättigt und dann die Thonerde daraus wieder durch Ammoniak niedergeſchlagen. Man erhält ſo reine Thonerde, die wohl ausgeſüßt, getrocknet und rothgeglüht wird; aus ihrem Gewichte läßt ſich dann die ſchwefelſaure Thonerde berechnen.

ſchwefelſaures Kali auf. Der Alaun bildet ſich auf der Stelle und ſchlägt ſich als Pulver nieder, worauf man die Maſſe erkalten läßt und die Mutterlauge dann abgießt. Wird die Letztere in flachen Pfannen abgedampft und während des Kochens beſtändig umgerührt, ſo erhält man aufs Neue pulverigen Alaun daraus. Man bringt die beiden Alaune zuſammen in Käſten, ähnlich denen, welche zum Waſchen des Salpeters angewandt werden, und wäſcht ſie anfangs mit faſt geſättigten Auflöſungen von ſchwefelſaurem Eiſen, ſpäter aber mit Waſſer, welches immer weniger von dieſem Salze aufgelöſt enthält; dieſe Waſchwaſſer werden ſtets mit Alaun geſättigt. Zuletzt wäſcht man das Alaunmehl mit Waſſer, welches mit faſt reinem Alaun ſchon geſättigt iſt und zuletzt mit etwas wenig reinem Waſſer. Das erſte Waſchwaſſer giebt durch Abdampfen und Kryſtalliſiren ſchwefelſaures Eiſen; die übrigen Waſchwaſſer werden ſpäter wiederum zum Abwaſchen neuer Mengen von Alaunmehl angewendet; das Letzte aber giebt die Alaunauflöſung, welche man ebenfalls zum Abwaſchen nöthig hat.

Um den Alaun die käufliche Form zu geben, löſt man ihn in Waſſer auf, ſo daß die Auflöſung 48—50° Baumé zeigt. Die kochende Auflöſung wird dann in Kryſtalliſirgefäße gebracht, in welchen ſie beim Erkalten größtentheils zu einer feſten zuſammenhängenden Maſſe erſtarrt. Die Wachsgefäße beſtehen aus drei Stücken, nämlich aus einem kreisrunden, mit einer Bleiplatte bekleideten Boden und aus den Seitenwänden, welche in zwei gleiche Hälften zerlegt und wieder durch Eiſenreife feſt zuſammengefügt werden können. Dieſe Gefäße haben die Geſtalt eines abgeſtumpften Kegels deſſen Boden die größere Baſis bildet. Sobald die Kryſtalliſation beendigt iſt, ſo gießt man die Mutterlauge ab, zerlegt die Tonne und zerſchlägt die Maſſe; *) der ſo gewonnene Alaun kann in der Färberei zu faſt allen Operationen angewendet werden. Da er aber noch etwas ſchwefelſaures

*) Um beim Verſenden die Holzfracht zu erſparen, welche durch Verpacken des Alauns in Fäſſer nothwendig veranlaßt würde, ſo zerſchlägt man die feſt zuſammenhängende Maſſe gar nicht, ſondern transportirt ſie ſogleich in der urſprünglichen Tonnenform an den Ort ihrer weitern Beſtimmung. A. u. T.

Eiſen enthält, ſo würde er auf Seide ein ſchmutziges Gelb geben. Zu dem Endzweck prüft man den anzuwendenden Alaun mit blauſaurem Kali; iſt derſelbe rein, ſo darf eine Auflöſung oder die fein pulveriſirten Alaunkryſtalle durch dieſes Salz nicht blau gefärbt werden.

Um eiſenfreien Alaun zu erhalten, ſo bereitet man von dem gewönhnlichen Alaun eine Auflöſung von 30° Baumé und gießt ſie in Kryſtalliſirgefäße, in welchen ſich daraus vollkommen reine Kryſtalle abſetzen. Die Mutterlauge wird dann wieder zur Bereitung des gewöhnlichen Alauns angewendet. *)

1299. Der römiſche Alaun wird auf andere Weiſe bereitet. Man wendet hierzu den Alaunſtein an, ein Mineral, deſſen Zuſammenſetzung Cordier kennen lehrte. Derſelbe beſteht aus

2 At. ſchwefelſaurem Kali	=	2178	oder	18,53
2 At. ſchwefelſaurer Thonerde	=	4293	—	38,50
5 At. Thonerdehydrat	=	4903	—	42,97
1 At. Alaunſtein	=	11374	—	100,00

Um dieſe Verbindung in Alaun zu verwandeln, muß man alſo 5 Atome Thonerdehydrat daraus abſcheiden.

Dieſe Miſchung, welche zwar für den reinen Alaunſtein gilt, iſt jedoch nie ganz richtig für den gewöhnlichen, denn dieſer enthält noch fremdartige Subſtanzen beigemengt, welche man in Rechnung zu bringen hat. Es folgen hier die Analyſen mehrerer Alaunſteine:

---

*) Da gewöhnlich das zur Fabrikation angewandte Waſſer etwas kohlenſauren Kalk enthält, ſo bildet ſich etwas mit Thonerde überſättigter Alaun. Der hieraus erwachſende Verluſt iſt verſchieden; nach Payen kann er ſich bisweilen bis auf 2 Prozente des bei jeder Auflöſung erhaltenen Alauns belaufen. Es kann übrigens derſelbe vorher aus dem Kalkgehalt des angewendeten Waſſers berechnet werden.

Beſtandtheile der Alaunſteine.	Von Tolfa nach Vauquelin.	Von Tolfa nach Klaproth.	Von Ungarn nach Klaproth.	Von Montione nach Descotils.	Von Mont-Dore nach Cordier.
Schwefelſäure	25,0	16,5	12,50	36,6	27,3
Alaunerde . . .	43,9	19,0	17,50	40,0	31,8
Kali	3,1	4,0	1,00	13,8	5,8
Waſſer	4,0	3,0	5,00	10,6	3,7
Kieſelerde . . .	4,0	56,5	62,25	„	28,4
Eiſenoxyd . . .	„	„	„	„	1,4
Verluſt	„	1,0	1,75	„	1,6

In den meiſten Alaunſteinen findet ſich neben den weſentlichen Beſtandtheilen noch Kieſelerde, etwas Eiſenoxyd und bisweilen auch überſchüſſige Thonerde.

Der reine Alaunſtein iſt kryſtalliſirt oder bildet kryſtalliniſche Maſſen; im unreinen Zuſtand dagegen hat er keine beſtimmte Form und iſt dann gewöhnlich röthlich oder gelblich. Er hat ein ſpezif. Gewicht von 2,7, wenn er rein iſt. Im Feuer verliert er ſchon bei einer die Rothglut nicht erreichenden Temperatur ſein Waſſer; in der Rothglühhitze ſelbſt zerſetzt ſich die ſchwefelſaure Thonerde in ſchweflichte Säure, Sauerſtoff und Thonerde. In der Weißglühhitze aber wird ſelbſt das ſchwefelſaure Kali in ſchweflichte Säure und Sauerſtoff zerlegt, während das Kali ſich entweder mit der Thonerde oder der Kieſelerde verbindet. Das Waſſer wirkt auf den Alaunſtein gar nicht ein; hat dieſer aber durch Röſten ſein Waſſer verloren, ſo wird er leicht vom Waſſer angegriffen und der Alaun aufgelöſt. Iſt der Alaunſtein ſtark erhitzt worden, ſo äußert das Waſſer keine Wirkung mehr darauf.

Aus dieſem Verhalten läßt ſich leicht abnehmen, wie man den Alaunſtein behandeln muß, um den Alaun daraus zu gewinnen; das Mineral wird in Stücken zerſchlagen und dann entweder in Haufen, oder in Öfen, ähnlich den Kalköfen, oder auch in Reverberiröfen geröſtet; im letztern Fall

wird der Alunit in ſehr kleine Stücken zerſchlagen. Dieſe Röſtung iſt ziemlich ſchwierig und nur durch Anwendung von Rerverberiröfen läßt ſie ſich leichter ausführen.

Der Alaunſtein muß nämlich bis zu dem Punkte erhitzt werden, daß nur allein das Waſſer ſich verflüchtigt, nicht aber bis die ſchwefelſaure Thonerde oder etwa ſelbſt das ſchwefelſaure Kali ſich zerſetzt. Bei der Röſtung in Haufen oder in Kalköfen wendet man den Alaunſtein in ziemlich großen Stücken an, wodurch aber, wegen der unvollkommnen Wärmeleitungsfähigkeit deſſelben, die innern Theile nur ſchwierig bis zu der erforderlichen Temperatur erhitzt werden, während die äußern längſt ſchon rothglühen. Daraus entſteht nun Verluſt und aus dieſem Grunde iſt es weit angemeſſener die pulverförmigen Alaunſteine in Reverbiröfen zu röſten.

Der geröſtete Alaunſtein wird auf einen feſt geſchlagenen Boden geworfen, der mit einer Rinne umgeben iſt, welche mit einem zur Aufnahme der Alaunlaugen beſtimmten Reſervoir in Verbindung gebracht ſind. Die aufgehäuften Alaunſteine werden nun mit Waſſer übergoſſen; bilden nach und nach eine teigige Maſſe und dieſe wird nach Verlauf von ein oder zwei Monaten ausgelaugt. Die Auslaugung geſchieht wie gewöhnlich und giebt ganz mit Alaun geſättigte Laugen nebſt einem ſchlammigen Rückſtand. Die Laugen werden in Bleipfannen abgedampft und aus der konzentrirten Flüſſigkeit ſchießt dann octaedriſcher, kubu-octaedriſcher oder kubiſcher Alaun an, je nachdem die Temperatur iſt. In der erſten Periode der Kryſtalliſation iſt der Alaun octaedriſch, dann wird er kubu-octaedriſch und zuletzt, nachdem ſich die Flüſſigkeit mehr abgekühlt hat, kryſtalliſirt er in Würfeln.

Leblanc machte die Erfahrung, daß wenn man Alaun mit Waſſer und Thonerde kocht, ſo erhält man durch Abdampfen der filtrirten Flüſſigkeit eine dicke Maſſe, welche zum Theil vom kalten Waſſer wieder aufgelöſt wird. Wird dieſe neue Auflöſung der freiwilligen Verdunſtung überlaſſen, ſo liefert ſie kubiſche Kryſtalle. Durch dieſe Beobachtung wurde er veranlaßt eine kalte Alaunauflöſung mit Alaunerde zuſam-

men zu bringen, wodurch er ebenfalls kubiſche Alaunkryſtalle erhielt, wenn jene von ſelbſt nach und nach abdunſtete. Schon ein kleines Quantum Alaunerde iſt hierzu hinreichend, denn eine größere Menge würde Alaun mit überſchüſſiger Thonerde geben. D'Arcet beobachtete, daß der kubiſche Alaun, wenn er bei einer Temperatur unter 40° C. aufgelöſt wird, ſich nicht veränderte, ſondern ſich bei wiederhohlter Kryſtalliſation ſich ſtets wieder erzeugte. Iſt aber die Temperatur des Waſſers höher, ſo zerſetzt ſich der kubiſche Alaun, es fällt Alaun mit überſchüſſiger Thonerde nieder und die Auflöſung giebt nur octaedriſche Alaunkryſtalle.

Es geht aus dem Geſagten hervor, daß der römiſche Alaun, der unter Anweſenheit einer bedeutenden Menge von Alaunerde aufgelöſt wird, kubiſcher Alaun ſeyn muß. Wenn man durch Abdampfen die Temperatur der Flüſſigkeit geſteigert hat, ſo bildet ſich ein Niederſchlag von Alaun mit Thonerdeüberſchuß, und die Auflöſung enthält dann bloß octaedriſchen Alaun. Sobald die Temperatur fällt, ſo löſt ſich Letzterer wieder auf und es bildet ſich aufs Neue kubiſcher Alaun. Es iſt dem zu Folge leicht, den gewöhnlichen Alaun in kubiſchen umzuwandeln: man fügt nämlich der Auflöſung des erſtern etwas Thonerde zu, ſorgt dafür, daß die Flüſſigkeit ſich nicht über 40° C. erhitze und überläßt dieſe nun der freiwilligen Abdampfung. *)

*) Dieſer kubiſche Alaun läßt ſich am leichteſten erzeugen, wenn man eine konzentrirte Alaunauflöſung bei höchſtens 40° C bereitet und derſelben etwa 2 Prozente kohlenſaures Kali hinzufügt; hierdurch wird etwas baſiſch ſchwefelſaure Thonerde gefällt, die ſich beim Umrühren der Flüſſigkeit wieder auflöſt. Die langſam erkaltende Auflöſung ſetzt nun kubiſche Alaunkryſtalle ab, die ſich vorzüglich durch ihre eiſenfreie Qualität auszeichnen. Man wendet deshalb dieſes Mittel an, um eiſenfreien Alaun darzuſtellen, der in der Schönfärberei für manche Farben unentbehrlich iſt. A. u. E.

Capitel VII.

Von den verſchiedenen Kalkſteinen und dem Mörtel, welcher daraus bereitet wird.

1300. Schon in den älteſten Zeiten brannte man den Kalk und bereitete Mörtel daraus. Die Alten, beſonders aber die Römer waren in dieſer Kunſt ſehr weit, was die aus jener Zeit noch übrigen Denkmäler der Baukunſt bezeugen. Hinſichtlich der Theorie der Mörtelbildung iſt man jedoch bis auf den heutigen Tag noch nicht ganz im Reinen, obgleich man in Folge der neueſten Beobachtungen die Grundſätze feſtgeſtellt hat, auf welchen wenigſtens in den meiſten Fällen das Gelingen der praktiſchen Operationen bei der Mörtelbereitung beruht. Wir verdanken die meiſten dieſer Beobachtungen dem Herrn Vicat, der die Reſultate ſeiner zahlreichen Unterſuchungen und die Vorſchriften zu deren Anwendung bekannt machte. Auch John, Berthier und Fuchs beſchäftigten ſich mit dieſem Gegenſtande und machten intereſſante Entdeckungen, welche die Aufmerkſamkeit der Bauingenieure auf ſich lenkten, die ihrerſeits wiederum ſelbſt dieſen wichtigen Theil der techniſchen Chemie mit neuen Endeckungen bereicherten. Wir wollen nun das Weſentliche dieſer Arbeiten im Folgenden zuſammenſtellen.

Kalkſtein nennt man alle Mineralien, welche mindeſtens die Hälfte ihres Gewichtes kohlenſauren Kalk enthalten, und welche, nachdem ſie zur Verjagung der Kohlenſäure gebrannt worden ſind, das Waſſer mit oder ohne Wärmeentwicklung abſorbiren, zerfallen, und indem ſie in den Hydratzuſtand übergehen nach einiger Zeit an der Luft oder unter dem Waſſer erhärten.

Die Anwendung des Kalkes zur Bereitung des Mörtels erfordert ſtets ein vorhergehendes Glühen, wodurch der koh-

lenſaure Kalk in freie Kalkerde verwandelt wird, den man gewöhnlich mit dem Namen **lebendigen Kalk** oder **Ätzkalk** bezeichnet.

Die Menge von Kalk, welcher auf dieſe Weiſe verbraucht wird, iſt ungeheuer, und deshalb iſt ſehr nöthig, möglichſt ökonomiſche Verfahrungsarten zur Bereitung deſſelben anzuwenden. Andererſeits hängt die Feſtigkeit und die Dauer der wichtigſten Gebäude ſo ſehr von der Beſchaffenheit des beim Bauen angewendeten Kalk's ab, daß man nicht aufmerkſam genug ſeyn, ſowohl bei der Auswahl des Materials, als beim Brennen, wodurch ſehr leicht die gute Eigenſchaft deſſelben zum Nachtheil verändert werden kann.

Brennen des Kalks.

1301. Der Kalkſtein kann auf verſchiedene Weiſe gebrannt werden; die hierzu erforderlichen einfachen Bedingungen ſind leicht zu erfüllen. Der kohlenſaure Kalk wird rothgeglüht, damit ſich ſeine Säure verflüchtige; in dieſer Temperatur muß er mehrere Stunden lang erhalten werden, um die Zerſetzung vollſtändig zu bewirken Im Allgemeinen darf man annehmen, daß die zum Brennen erforderliche Zeit ſich nach der Größe, Dichtigkeit und Trockne der Kalkſteine richtet; die Operation des Brennens iſt ſchnell beendigt, wenn die Steine klein, leicht und feucht ſind, in umgekehrtem Falle aber dauert das Brennen viel länger. Es iſt leicht einzuſehen, daß die innern Theile der großen Stücke die Hitze nur von außen durch die ſchlecht leitende Hülle empfangen, und daß auch die Kohlenſäure einen Druck zu überwinden hat, bevor ſie ſich verflüchtigen kann.

Der Einfluß des Waſſers kann auf gedoppelte Weiſe erklärt werden. Entweder wirkt dieſes auf das kohlenſaure Salz und bildet ein ephemeres Hydrat, indem es auf kurze Zeit die Stelle der Kohlenſäure vertritt; ſpäter aber wird dieſes Hydrat ſelbſt wieder durch die Rothglühhitze zerſetzt. Oder auch indem das Waſſer durch den im Brennſtoff enthaltenen Kohlenſtoff zerſetzt wird, verwandelt es ſich in verſchiedene Gaſe, unter welchen ſich Kohlenwaſſerſtoff befindet. Dieſes aber reagirt auf die Kohlenſäure des Kalkſteins, redu-

cirt ſie in Kohlenoxydgas und erleichtert ſo die Abſcheidung deſſelben aus dem kohlenſaurem Kalke.

Aus dieſem Grunde iſt der friſch aus dem Bruch genommene, noch feuchte Kalkſtein weit leichter zu brennen, als der faſt trockne Stein. Die meiſten Kalkbrenner kennen dieſes Verhalten ſehr gut und begießen den ſchon ausgetrockneten Stein mit Waſſer, bevor er in den Ofen gebracht wird.

Je dichter der angewendete Kalkſtein iſt, deſto beſſer iſt gewöhnlich der gebrannte Kalk. Das ſpezif. Gewicht guter Kalkſteine variirt zwiſchen 2,5 bis 2,7. In der Nähe von Marmorbrüchen wenden die Kalkbrenner die Marmorſtücke zum Brennen an, welche zum Verarbeiten nicht taugen, ſo wie auch die kleineren Stücke, welche beim Behauen der Blöcke abfallen. Der aus Marmor gebrannte Kalk iſt der reinſte, welcher im Großen bereitet wird.

1302. Der Kalk wird theils ohne Öfen, theils in Öfen gebrannt; man theilt gewöhnlich die Kalköfen ein in ſolche, in denen ohne Unterbrechung gebrannt werden kann, oder in ſolche, die nur periodiſch im Gange ſind. Als Brennmaterial wendet man Holz, Steinkohle, Anthrazit oder Torf an. Die beiden letztern ſind die wohlfeilſten, und man zieht ſie deshalb überall da vor, wo ſie in hinreichender Menge gefunden werden.

Es wurden vielerlei Verſuche angeſtellt, um die Konſtruction der Kalköfen zu vervollkommnen. Die Société d'Encouragement veranlaßte durch Ausſetzen bedeutender Preiſe Unterſuchungen dieſer Art. Die Ingenieure und Fabrikanten Deblie und Donop erhielten den ausgeſetzten Preis. Die Form der Öfen, welche ihnen am geeignetſten bei Anwendung des Torfes zu ſeyn ſchien, iſt beinahe ganz dieſelbe, welche auch in Preußen beim Brennen des Kalks mit Steinkohle als die beſte befunden wurde.

Dieſer Ofen unterſcheidet ſich von den alten längſt eingeführten, zum periodiſchen Brennen konſtruirten Öfen nur durch die Verſchiedenheit der innern Dimenſionen des Feuerplatzes und des Raumes, der den Kalk aufnimmt.

1303. Brennen in Meilern. Die Kalkbrenner in Wallis (England) ſchichten die Kalkſteine an einigen Orten in große Haufen, ohne ſolche wie gewöhnlich in kleinere

Stücke zu zerſchlagen, und brennen dieſelbe ähnlich wie man bei der Holzverkohlung verfährt. Um die Flamme nicht oben oder aus den Seiten hervorbrechen zu laſſen, bedeckt man den Kalkmeiler mit Erde oder Raſen und regulirt das Feuer ſo, daß ungeachtet der großen Kalkſtücke doch die ganze Maſſe vollkommen durchbrennt. Der auf dieſe Art erhaltene Kalk wird bei gleichen Preiſen ſtets dem in Öfen gebrannter vorgezogen. In Yorkſhire, Shropſhire und in Schottland iſt dieſe Art Kalk zu brennen ſchon ſeit langer Zeit üblich Man wendet ſie ſeit Kurzem auch in Ath (Belgien) mit Erfolg an. Die Kalkſteine werden mit Steinkohle auf koniſche Haufen geſchichtet von 5 Meter Durchmeſſer an der Baſis und 3,5 Meter an der Spitze, und zum Brennen deſſelben ſind dann ſechs bis acht Tage erforderlich. Man verfährt übrigens genau ſo, wie bei der Holzverkohlung; es iſt dieſelbe Einrichtung hinſichtlich des Zentralluftzuges, des Anzündens ꝛc. vorhanden, man verwendet dieſelbe Sorgfalt auf die Bildung der Thon- oder Erddecke, welche den falſchen Luftzug verhindert und wendet endlich auch dieſelben Mittel an, um den brennenden Meiler gegen Wind zu ſchützen, welcher den Zug leicht ſtören kann.

Dieſes Verfahren iſt unſtreitig das vorzüglichſte, wenn es ſich darum handelt, den Kalk ſchnell zu brennen, wie dieſes zuweilen der Fall iſt, wenn man in kurzer Zeit bedeutende Bauten auszuführen hat.

1304. Öfen, in welchen periodiſch gebrannt wird. Die Form dieſer Öfen und die Art ſie zu gebrauchen, iſt äußerſt wenig verſchieden. Sehr häufig graben die Kalkbrenner nur eine runde unregelmäßige Grube an der Seite eines Hügels, und mauren die Wände mit trocken gelegten Steinen aus, oder begleiten ſolche blos mit Erdmörtel (Lehm) oder auch, was am meiſten vorzuziehen iſt, füttern dieſelbe mit einer Mauer aus feuerfeſten Steinen aus.

Dieſer länglich runde Raum, der ſich nach oben etwas verengt, öffnet ſich in freier Luft und hat einen Ausgang für den Dampf und Rauch. Der Kalkſtein wird in dieſem Ofen ſo geſchichtet, daß er ein Gewölbe unmittelbar über der Feuerſtelle bildet, in welchem Zwiſchenräume gelaſſen

werden, durch welche die Flamme durchziehen kann; man brennt gewöhnlich Reiſigbüſchel. Da dieſes Verfahren wenig vortheilhafte Reſultate in Abſicht auf den Brennſtoffverbrauch, ſo wie auch hinſichtlich der Quantität und Qualität des Produktes darbietet, ſo verweilen wir nicht lange dabei.

Die Tafel 27 Fig. 1 ſtellte den Durchſchnitt eines dieſer Öfen dar. Die weſentlichen Theile deſſelben ſind ein Raum zur Aufnahme des Kalkſteins und Brennſtoffes, ein Kanal für den Luftzug und eine Seitenöffnung zum Einbringen des Holzes.

Der Ofen A iſt länglich rund geformt, und an beiden Enden abgeſtumpft, hat 4 Meter Höhe, 3 Meter Durchmeſſer in der Mitte, 1,5 am obern Ende und 2 am Boden. V iſt der gewölbte Kanal, welcher die Luft durch die Öffnung C dem Brennſtoffe zuführt. Durch D wirft man das Holz hinein.

Der Kalkſtein wird ſo in den Ofen geſchichtet, daß er ein Gewölbe über dem Feuerheerd bildet. Bisweilen wirft man etwas kleines Reiſig auf die Feuerſtelle, zündet es an und verſtopft dann die Öffnung D mit einem Bündel Wellholz. Sobald dieſes Feuer fängt, ſo ſchiebt man es auf den Feuerplatz und erſetzt es durch ein neues Bündel. Nach Verlauf von zwölf Stunden iſt das Brennen vollendet; man bedeckt den Kalk, läßt ihn erkalten und zieht ihn dann aus dem Ofen. In beſſer gebauten Öfen, in welchen man geſpaltenes Scheitholz anwendet, welches ſich zu dieſem Zweck am beſten eignet, aber freilich auch am theuerſten iſt, verbraucht man im Durchſchnitt 1,85 Stere um 2 Kubickmeter Kalk aus harten Kalkſteinen gar zu brennen. Wendet man Wellholz an, ſo braucht man ungefähr 2,5 Stere auf den Kubimeter gebrannten Kalk.

Der Holzverbrauch kann demnach an Orten, wo dieſes nicht im Überfluß vorhanden iſt, ſehr bedeutend werden; hieraus entſpringt wieder ein neuer Nachtheil für die Landwirthſchaft, indem der Kalk in dieſem Falle nicht ſo billig zu haben iſt, daß man die Felder damit verbeſſern könnte. Bisweilen iſt es auch vortheilhaft Heidekraut-Bündel, Reißigbüſchel und Hackſpäne anzuwenden, allein dieſes leichte Brenn-

material erfordert viel Sorgfalt beim Feuern und der Feuerplatz muß zur Aufnahme derſelben ſehr groß ſeyn.

1305. Hat man Torf, ſo wendet man ihn ſowie das Holz an. Im folgenden iſt ein Ofen nach Paye'ns Angabe, der für dieſes Brennmaterial ſich eignet, beſchrieben.

Der Ofen wurde von Deblinne und Donop gebaut und iſt in Fig. 2 und 3 dargeſtellt; dieſe Zeichnungen ſind die ſenkrechten und wagrechten Durchſchnitte, letzterer in der Höhe des Roſtes genommen. Die nämlichen Buchſtaben bezeichnen in dieſen zwei Durchſchnitten dieſelben Theile des Ofens.

A iſt eine Vertiefung auf der Vorderſeite, welche theils für den Feuerheerd angebracht iſt, theils wird aus ihr der Kalk aus dem Ofen gezogen.

B, Thürausſchnitt, wodurch man das Brennmaterial einſchiebt um es auf den Roſt zu bringen.

C, Roſt des Ofens aus beweglichen Roſtſtäben beſtehend, welche auf einem Seitenvorſprung eingeſenkt in eine kreisförmige Eiſenſtange ruhen und durch einen querlaufenden Eiſenſtab D gehalten werden, welcher eingemauert iſt.

Dieſer Roſt iſt den einfachen Heerden aus Backſteinen bei Weitem vorzuziehen, denn dieſe ſind nicht dauerhaft, laſſen auch die Luft nicht ſo gleichmäßig zuſtrömen und füllen ſich nach und nach mit Aſche an, welche das Brennen des Holzes verhindert.

C unterer Theil des Aſchenfalls, in welchem ſich die Aſche vom Brennſtoff ſammelt.

E E zweiter Vorſprung aus gewöhnlichen Backſteinen, welcher den Kalkſteinen, die gebrannt werden ſollen, zur Stütze dient.

FF, gerade Wände, welche die Fortſetzung der krummflächigen Ofenwände bilden und dieſe tangiren; F G und G H ſind Halbmeſſer der Kurve, welche die Wände oberhalb F F bilden.

K, Öffnung, durch welche man den Kalkſtein in den Ofen bringt, und aus welcher die beim Brennen entſtehenden gasförmigen Produkte ſich in die Luft begeben.

L, Kernſchacht aus Backſteinen, der bisweilen reparirt werden muß, wenn er durch das Feuer beſchädigt wurde.

M, Rauhgemäuer aus gewöhnlichen Bauſteinen aufgeführt.

Sobald der Ofen aufgebaut iſt, muß man ihn einige Tage lang von ſelbſt trocknen laſſen; man macht hierauf ein kleines Feuer hinein, welches man allmählig verſtärkt, damit der Mörtel langſam trocknen kann, ohne ſtarke Riſſe zu erhalten, was leicht bei zu ſchnellem Austrocknen der Fall ſeyn könnte. Iſt das Mauerwerk trocken, ſo ſchichtet man im Ofenraum ein halbkugelförmiges Gewölbe aus den größten Kalkſteinen, zwiſchen welchen man immer Luftlöcher für den Durchzug der Flamme läßt. Man erreicht dieß leicht, wenn man zwiſchen den großen Gewölbsſteinen abwechſelnd einen Raum von 2—3 Zoll läßt und kleinere Steine dazwiſchen ſetzt, um ihr Auseinanderweichen zu verhindern. Man bringt die größten Steine in die Mitte, indem hier die Temperatur am höchſten geſteigert wird; die Stücken von mittlerer Größe werden mehr nach Seitenwänden hin geſchichtet und endlich die kleinſten wendet man zum Ausfüllen des obern Theils des Ofens an.

Iſt der Ofen mit Kalkſteinen gefüllt, ſo macht man auf den Roſt ein dumpfes Rauchfeuer, welches man 10—12 Stunden lang unterhält; der Rauch ſchwärzt die Steine und zieht in Maſſen oben zum Ofen hinaus. Man nennt dieſe Operation die Räucherung und ſie bezweckt die allmählige Erwärmung der Steine. Wenn man ſchnell feuerte, ſo würden die feſten großen Steine durch die zu ſchnelle Ausdehnung der Waſſerdämpfe zerſpringen, das Steingewölbe würde zuſammenfallen und die ganze Steinmaſſe herabſinken.

Man verſtärkt allmählig das Feuer, und wenn von der Baſis bis ungefähr zu einem Drittel der Höhe des Ofens die Maſſe hellroth glüht, ſo muß man das Feuer gleichmäſſig unterhalten und ſorgfältig zu verhüten ſuchen, daß eine theilweiſe Abkühlung Statt finde. Wenn z. B. ein Strom kalter Luft den ſchon rothglühenden Stein wieder ſchwärzen würde, ſo könnte leicht der ganze Brand mislingen.

Die Flamme erreicht allmählig die obern Theile und geht endlich zum Ofen hinaus. Einige Stunden vor Beendigung der Operation bemerkt man ein Zuſammenſinken von ungefähr einem Sechſtel der Höhe der ganzen Maſſe und die

Flamme ſchlägt oben zum Ofen faſt ganz ohne Rauch heraus; dieſes iſt das ſichere Zeichen, daß die Steine beinahe ausgebrannt ſind. Man feuert nun allmählig langſamer bis endlich der Brand vollendet iſt.

Die Anwendung des Torfes bietet Vortheile vor dem Holze dar. In dem beſchriebenen Ofen kann man 1 Volum Kalk mit 2 Volumen Torf brennen, nämlich 2 Stere Torf reichen zum tüchtigen Brennen von 1 Kubickmeter Kalk hin; es iſt demnach die Erſparniß bei Anwendung des Torfes nicht mehr zweifelhaft. Hat man nur Moostorf, ſo muß man ungefähr 3 Stere auf 1 Kubickmeter des erhaltenen Kalkes rechnen.

1306. Kalköfen, in welchen ununterbrochen gebrannt werden kann. Die Öfen, in welchen nur periodiſch gebrant wird, haben wirkliche Nachtheile, welche Rumford ſehr genau bezeichnete. Er baute in Dublin zuerſt einen Verſuchsofen und reüſſirte damit; dem ungeachtet aber ſcheint es, als ſey ſeine Bauart nicht angenommen worden. Dieſer Ofen, der Fig. 4 abgebildet iſt, würde ohne Zweifel mit Holz oder Torf alles leiſten, wennn man die Feuerſtelle auf eine zweckmäßige Weiſe vergrößerte oder vervielfältigte; es wurde dieſelbe nämlich für Steinkohle konſtruirt.

Dieſer Ofen beſteht aus einem Feuerplatz A, im welchen die Flamme nach unten zieht, und in dem mithin der der Rauch verzehrt wird; ferner aus einem koniſchen Raum B, welcher den zu brennenden Kalk aufnimmt. Von dem Punkte aufwärts, wo die Flamme in dieſen Raum geht, wird der Kalk gebrannt, von da abwärts aber erkaltet der gebrannte Kalk, und alle entbundene Wärme wird für die Operation ſelbſt verwendet. Man zieht den Kalk von Zeit zu Zeit aus der Öffnung D heraus, während man oben in die Ofenmündung aufs Neue Kalk nachgiebt.

Dieſen Ofen wendet man abgeändert in Rüdersdorf in der Nähe von Berlin an; man brennt die Kalkſteine dort mit Torf und Holz zugleich, in dem Verhältniß wie 4 vom Erſtern zu 1 des Letzteren. Dieſer Ofen produzirt ungefähr 90 Hektoliter Kalk in 24 Stunden; er hat 5 Heitz-

plätze, welche im Aufriß ſowie im vertikalen und horizontalen Durchſchnitt Fig. 5, 6, 7 durch cc angedeutet ſind; aa Kernſchacht aus feuerfeſten Steinen, welcher die innern Wände bildet; bb Zwiſchenraum in der Mauer, welcher mit Aſche ausgefüllt iſt, und der den zweiten aus gewöhnlichen Backſteinen aufgeführten Rauhſchacht umhüllt; ee, Mauerung aus gewöhnlichen Mauerſteinen; dd, Öffnungen zum Herausnehmen des Kalks.

1307. In der Nähe von Paris, in Belgien, bei Lüttich und in England hat man ſtetig gehende Kalköfen, aber ohne beſondern Feuerplatz.

Die innern Wände dieſer Öfen haben nach Kulmann in der Umgegend von Lille die Form eines abgeſtumpften, umgekehrten Kegels, wie in der Fig. 10 und 11 zu ſehen iſt. Dieſe Öfen werden durch abwechſelnde Schichten von Kalkſtein und benetzter Kohle in Verhältniß von 4 Vol. Steinen zu 1 Vol. Steinkohle oder 1,5 Vol. Koke angefüllt; dieſes Verhältniß könnte auch nach der Beſchaffenheit des Kalkes und der Kohle abgeändert werden. Man füllt den Ofen bis an den obern Rand uud ſelbſt bis zu ſechs Zoll oder 1 Fuß darüber. Die Steine haben 25—30 Kubickcentimeter und wiegen $\frac{1}{2}$—1 Kilogr. Man fängt mit einigen Reißigbündeln zu feuern an, bedeckt dieſe dann mit Steinkohle und wirft nun abwechſelnd Lagen von Kalkſteinen und Steinkohlen darauf bis der Ofen ganz gefüllt iſt. Wenn die ganze Maſſe wohl durchwärmt iſt vom Feuer, welches man zuerſt unten im Ofen anzündete und das allmählig verſtärkt werden muß, ſo entflammt nach und nach das zwiſchen den einzelnen Schichten befindliche Brennmaterial und durchglüht die mit ihm in Berührung ſtehenden Kalkſteine. Daß der Brand hinlänglich vorwärts geſchritten iſt, erkennt man an der beträchtlichen Verminderung des Rauches, denn man bemerkt kaum das Feuer, welches erſt gegen Ende des Brandes oben wieder lebhaft erſcheint. Man nimmt ungefähr zwei Drittel der ganzen Maſſe heraus und giebt dann wieder ſchichtenweiſe ein neues entſprechendes Quantum Kalkſtein und Kohle darauf. Dieſe Operation wird täglich dreimal wiederholt und man fährt damit ununterbrochen fort, indem man den fertig ge-

brannten Kalk immer wieder herauszieht, bis der Ofen endlich ausgebeſſert werden muß. Die Dimenſionen dieſer Öfen ſind verſchieden, allein ihre Höhe iſt ſtets das Doppelte des Durchmeſſers ihrer obern Mündung. Der in Fig. 10 und 11 dargeſtellte liefert 12 Hectoliter Kalk täglich. Zu Valenciennes brennt man den auf der Steinkohle liegenden Kalkſtein, und die dortigen Öfen liefern täglich 100 Hectoliter gebrannten Kalk.

Der belgiſche Ofen (Fig. 8 und 9) geht noch kontinuirlicher. Man wirft ohne Unterlaß Kalkſteine oben in die Ofenmündung und zieht den gebrannten Kalk beſtändig durch acht Öffnungen, die unten angebracht ſind. Der auf der Tafel dargeſtellte cylindriſche Ofen liefert 100 Kubikmeter Kalk täglich. Er endigt unten in eine Art Kugel und iſt ganz aus Backſteinen erbaut. Nach Demesmay's Angabe fängt man an zu feuern wie beim Vorigen, und braucht ungefähr dieſelbe Menge Steinkohle. Sobald der Ofen voll iſt und oben anfängt rothzuglühen, zieht man den Kalk abwechſelnd durch einen der acht untern Öffnungen. Die Maſſe ſinkt vermöge ihres eignen Gewichtes zuſammen und dann giebt man neue Lagen von oben darauf. Hat man für den Augenblick Kalk in hinreichender Menge gebrannt und das Begehr danach hört auf, ſo ſchließt man die Ofenlöcher, deckt den Ofen oben mit Thon und Steinen zu und erhält ſo die Maſſe acht Tage lang glühend. Will man denſelben wiederum in Gang ſetzen, ſo darf man nur die Ofenlöcher öffnen. Jährlich nur einmal läßt man dieſen Ofen ausgehen, um ihn zu repariren.

Die kontinuirlich gehenden Öfen, in welche man den Brennſtoff gemengt mit den Kalkſteinen einträgt, können eigentlich nur mit Steinkohle gefeuert werden und ſie geben meiſt keinen gleichförmig gebrannten Kalkſtein; man findet viel todt gebrannten Kalk (biscuits) darin, der ausgeſchoſſen werden muß.

Eigenſchaften der verſchiedenen Kalke.

1308. Der durch die beſchriebenen verſchiedenen Verfahrungsarten dargeſtellte Kalk beſitzt Eigenſchaften, welche

nach der Beſchaffenheit der zum Brennen angewendeten Stoffe variiren. Würde man ſtets einen kohlenſauern Kalk anwenden, ſo müßte man auch beſtändig einen reinen Kalk erhalten, der immer dieſelben Eigenſchaften beſäße. Allein die natürlichen Kalkſteine ſind in ihrer Grundmiſchung verſchieden; ſie enthalten häufig kohlenſaure Magneſia, kohlenſaures Mangan, kohlenſaures Eiſen und Thon, und die Anweſenheit dieſer Körper verändert die Eigenſchaften des Kalkes auf eine merkwürdige und oft ſehr nützliche Weiſe. Bald hat der gebrannte Kalk die Eigenſchaft erhalten, durch lan-Liegen unter dem Waſſer eine ſo bedeutende Härte anzunehmen, daß er mit den beſten Bauſteinen in dieſer Beziehung zu vergleichen iſt; bald behält er dagegen unter dieſer Einwirkung ſeinen urſprünglichen Aggregatzuſtand bei und wird nicht beſonders hart. Wir nennen den Letzteren Luftkalk und den Erſtern Waſſerkalk oder hydrauliſchen Kalk.

Den Luftkalk theilt man ein: in fetten Kalk, der faſt ganz rein iſt und in magern Kalk, welcher eine namhafte Menge Magneſia enthält.

Die Waſſerkalke zerfallen in wenig hydrauliſchen und ſtark hydrauliſchen Kalk. Die Zuſammenſetzung des Letztern nähert ſich einer eigenthümlichen, ſehr ſchätzenswerthen Art von hydrauliſchem Kalk, welchen wir unter dem dem Namen römiſches Cäment näher beſchreiben und der als ſolches jetzt allgemein angewendet wird.

Die hydrauliſchen Kalke werden vorzüglich bei Waſſerbauten angewendet, während der Luftkalk nur zu Gebäuden verwendet wird, welche der Luft ausgeſetzt ſind. Die unter dem Namen von Cäment bekannte Maſſe iſt eine unſchätzbare Art von Kalk, welche ſowohl an der Luft, als unter dem Waſſer in kurzer Zeit eine bedeutende Härte erlangt.

1309. Betrachten wir nun zuvörderſt die Zuſammenſetzung und die Eigenſchaften des nicht hydrauliſchen Kalkes. Obenan ſteht der reine Kalk, welcher entweder aus dem Marmor oder der Kreide gewonnen wird. Man findet aber auch dieſe Eigenſchaften noch an Gemengen, welche zwiſchen gewiſſen Grenzen eingeſchloſſen ſind, ſowie dieß durch die ſehr genauen Verſuche von Berthier dargethan wurde, welche

er mit mehreren Kalkſteinen anſtellte, deren Eigenſchaften, Vorkommen und Analyſen wir hier anführen.

Es ergiebt ſich aus beiden Tabellen: 1.) daß diejenigen Kalkſteine, welche beinahe rein ſind, ſtets fetten Kalk geben ſowie bereits John und Vicat dieß andeuteten; und 2.) daß die ſehr gemengten Kalkſteine, die jedoch nicht Thon enthalten dürfen, mageren aber nicht hydrauliſchen Kalk geben.

Kalkſteine, welche fetten Kalk geben.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kohlenſaurer Kalk .	97,0	96,5	98,5	95,0	94,0	87,2
— — Magneſia	2,0	2,0	"	1,3	1,6	10,0
— — Eiſen . .	"	"	"	1,5	"	"
Eiſenoxyd	1,0	1,5	1,5	2,2	3,9	2,8
Kalk, welchen ſie bilden.						
Kalk	96,4	95,4	97,2	93,5	91,6	86,0
Magneſia	1,8	1,8	. . .	1,0	1,5	9,0
Thon	1,8	2,8	2,8	4,0	6,9	5,0
Eiſenoxyd	. . .	. . .	. . .	1,5		

1.) Süßwaſſerkalk von Chateau-Landon bei Nemours (Departement der Seine und Marne); feſt, gelblich, etwas zellig, klingend; giebt ſehr fetten Kalk.

2.) Kalk von Saint-Jacques; feſt, gelblich, etwas körnig; er bildet die Grundlage des Juragebirges und giebt ſehr fetten Kalk.

3.) Grobkalk von Paris; giebt ſehr fetten Kalk

4.) Kalk, welcher die Decke der Eiſengrube von Voûte (Ardèche) bildet; feſt und gelblich weiß; ſcheint mit dem Jurakalk gleichzeitig entſtanden zu ſeyn und giebt einen fetten Kalk.

5.) Kalk von Lagneux (Ain); feſt und gelblich grau; er giebt fetten Kalk, der ſehr häufig in Lyon angewendet wird.

6.) Süßwaſſerkalk von Vichy (Allier); feſt, zellig, gelblich weiß; giebt ſehr guten Kalk, der aber nur mittelmäßig fett iſt.

Kalkſteine, welche magern Kalk geben.	1.	2.
Kohlenſaurer Kalk	74,5	60,9
— — Magneſia	23,0	30,3
— — Eiſen	. . . .	3,0
— — Mangan	. . . .	6,0
Thon (Kieſelerde und Thonerde) . .	. . . .	"
Eiſenoxyd	1,2	"
Kalk, welchen ſie bilden.		
Kalk	78,0	60,0
Magneſia	20,0	26,2
Thon	2,0	"
Eiſenoxyd ꝛc.	. . . .	13,8

1.) Kalkſtein aus der Umgegend von Paris, welcher der Süßwaſſerkalkformation anzugehören ſcheint; dicht und gelblich; giebt magern Kalk, der aber nicht hydrauliſch iſt.

2.) Kalkſtein von Villefranche (Aveyron); blätterig und ochergelb; der bei Verſuchen im Kleinen daraus erhaltene Kalk iſt ſehr mager ohne hydrauliſch zu ſeyn.

1310. Gießt man Waſſer auf den Kalk, welcher entweder aus der Kreide, aus Marmor oder aus dem oben bezeichneten fetten Kalk gebrannt wurde, ſo zerfällt die Maſſe mit ſehr hörbarem Krachen, nimmt an Volumen ſehr zu, verwandelt ſich zuletzt in Pulver und durch Hinzufügen von mehr Waſſer bildet er einen teigigen Brei. Man nennt überhaupt fett denjenigen Kalk, welcher einen ſteifen und geſchmeidigen Brei giebt.

Die magern Kalke erhitzen ſich beim Löſchen weniger, nehmen weniger an Volumen zu und geben einen kurzen und wenig geſchmeidigen Brei.

Beide, ſobald ſie in Teigform verwandelt ſind und unter Waſſer gebracht werden, können mehrere Jahrhunderte lang ihren teigförmigen Zuſtand beibehalten. Setzt man ſie als teigige Maſſe an einem bedeckten Orte der Luft aus, ſo verlieren ſie einen Theil ihres Waſſers, welches ſie abſorbirt

haben und bemächtigen ſich allmählig der in der Luft enthaltenen Kohlenſäure.

Sie erlangen hierdurch eine beträchtliche Härte und nehmen ſelbſt in dieſem Zuſtande eine ſchöne Politur an. Dieſe Eigenſchaften treten weit entſchiedener in dem fetten als dem magern Kalk auf.

Aus Berthiers Analyſen geht hervor, daß die fetten Kalke wenigſtens 90 Prozente reinen Kalk enthalten, und daß die Gegenwart der Magneſia, der Kieſelſäure, der Thonerde oder des Eiſenoxyds, wenn die Geſammtmenge dieſer fremden Stoffe nicht 10 Prozente überſchreitet, die Eigenſchaften derſelben wenig verändert. Wächſt dagegen die Menge der Magneſia bis auf 20 oder 25 Prozente an, ſo wird der Kalk mager, ohne jedoch die Eigenſchaften des hydrauliſchen Kalkes zu erlangen, wovon wir weiter ſprechen werden. Daß der Kalk durch die Magneſia mager geworden, geht daraus hervor, weil dieſe Erde für ſich mit Waſſer keine teigige Maſſe bildet. Sie zerfällt zwar, allein die feuchte Erde hat keinen Zuſammenhang, während der reine Kalk einen zähen Brei bildet, der dem des gewöhnlichen Thons ziemlich ähnlich iſt.

Von dem Mörtel, der aus nicht hydrauliſchem Kalk bereitet wird.

1311. Die ſämmtlichen nicht hydrauliſchen Kalke eignen ſich mehr oder weniger für Bauten, welche der Luft ausgeſetzt ſind; um aber die Bedingungen genau kennen zu lernen, welche die Dauerhaftigkeit der damit aufgeführten Gebäude am meiſten begünſtigen, wollen wir zuvor die Veränderungen näher ſtudiren, welche dieſelben durch Einwirkung der Luft erleiden. Das Kalkwaſſer abſorbirt an der Luft die Kohlenſäure raſch, und der ſämmtliche Kalkgehalt deſſelben fällt als kohlenſaurer Kalk zu Boden, wenn man die Flüſſigkeit umſchüttelt; läßt man ſolche aber ruhig ſtehen, ſo bildet der erzeugte kohlenſaure Kalk ein ziemlich dickes eisartiges Häutchen, welches durch Bewegen der Flüſſigkeit in einzelne kleine Theile zerriſſen wird. Die Abſorption der Kohlenſäure geht langſamer vor ſich, wenn man Kalkbrei an-

wendet, weil die Kalkhäutchen einen Theil Ätzkalk einhüllen und dieſen ſo gegen die weitere Einwirkung der Kohlenſäure ſchützen. Iſt dagegen der Kalk trocken, ſo findet die Kohlenſäureabſorption ebenfalls ſehr langſam Statt, wegen der ſchwachen Anziehungskraft der Kohlenſäure. Wir wollen nun ſehen, was bei der Bildung und Anwendung des Mörtels vor ſich geht.

1312. Der gewöhnliche Mörtel iſt ein Gemenge aus den oben beſchriebenen Kalkarten und grobem Quarzſand. Das Gemenge wird aus verſchiedenen Proportionen, je nach der Beſchaffenheit des Kalks und des Sandes bereitet. Gewöhnlich nimmt man auf einen Theil Kalk einen bis vier oder fünf Theile Sand. Man ſchlägt zuerſt den Boden, auf welchem die Stoffe gemengt werden ſollen feſt, indem man ihn gewöhnlich an einer Mauer anlegt und durch einen halbkreisrunden Erddamm, welcher ſich einige Zolle über den Boden erhebt, einſchließt. Dieſer dann beſteht aus feuchtem Sand, dem als Bindemittel etwas Lehm zugemengt wird. Man bringt nun das ganze Quantum Kalk, welches in Mörtel verwandelt werden ſoll auf den eingedämmten Raum und gießt Waſſer darauf. Bald erhitzt ſich der Kalk, zerfällt in kleine Stücke, und wird ſo mehr oder minder vollkommen gelöſcht; durch Zufügen einer erforderlichen Menge Waſſers erhält man einen flüſſigen Brei. Dieſen Brei mengt man nun mit Sand, um den Mörtel zu bilden. Um beide Stoffe vollkommen mit einander zu mengen, muß man ſie recht tüchtig in allen Richtungen durch einander arbeiten und die kleinen Knollen von Kalkhydrat oder den zuſammengeballten feuchten Sand zerdrücken. Man wendet zur Erreichung dieſes Endzwecks verſchiedene Mittel an. Bald arbeitet man die Maſſe nach allen Richtungen wohl durch einander mit einer Krücke, welche der Arbeiter auf die flache Seite legt und nun wieder mit der ſcharfen Kanten gegen den Boden gerichtet zurückzieht; bald bedient man ſich anderer Mittel, welche ſchneller zum Ziele führen, und welche mannigfaltig abgeändert werden können. Man kann z. B. den Mörtel in einen flachen runden Trog bringen, in deſſen Mitte eine vertikale Achſe ſich befindet, welche durch einen Göpel gedreht wird. Durch

dieſe Achſe gehen horizontale Eiſenſtangen, welche die Maſſe zertheilen, nach allen Richtungen furchen, und ſo wohl durch einander miſchen. Es iſt jedoch nöthig von Zeit zu Zeit die auf den Boden des Troges hinabgeſunkenen Theile wieder auf die Oberfläche herauf zu bringen.

Dieſes Reſultat der innigen Vermengung kann auf ſehr verſchiedene Weiſe erzielt werden und man richtet ſich hierbei vorzüglich nach den Lokalverhältniſſen, die in ökonomiſcher Hinſicht entſcheiden müſſen.

Der ſo bereitete Mörtel wird zur Verbindung der Mauerſteine oder Backſteine angewendet; man befeuchtet zu dem Endzweck die Oberfläche der poröſen Steine, um zu verhindern, daß dieſelben die Feuchtigkeit des Mörtels zu ſchnell einſaugen und wirft nun den Mörtel mit einer Kelle darauf. Der Mörtel wird im Überſchuſſe darauf gebracht, um alle Zwiſchenräume auszufüllen, dann drückt man die neuen Steine auf oder an die bereits feſt liegenden und nöthigt ſo den überſchüſſigen Mörtel heraus zu bringen, nachdem er alle Zwiſchenräume ausgefüllt hat.

1313. Wird nun ein ſolcher Mörtel unter Waſſer getaucht, ſo löſt ſich der reine Kalk auf und der rückſtändige Sand iſt ohne alles Bindemittel. Wird er ſchnell getrocknet, ſo können alle Kalktheilchen unter geeigneten Umſtänden die Kohlenſäure anziehen; allein der wieder erzeugte kohlenſaure Kalk iſt ſo fein zertheilt, daß der Mörtel dadurch bedeutend an Zuſammenhang verloren hat. Außerdem aber, wenn der Kalk trocken iſt, wird die Kohlenſäure ſehr langſam abſorbirt.

Wird dagegen der Mörtel der Luft ausgeſetzt und feucht erhalten, ſo ſättigt das darin enthaltene Waſſer den Kalk, dieſer abſorbirt die Kohlenſäure der Luft und es bilden ſich Kalkhäutchen auf den Sandtheilen. Indem das Waſſer in beſtändiger Berührung mit einem Kalküberſchuß iſt, ſo wird es davon immer in dem Maße auflöſen, als kohlenſaurer Kalk niederfällt. Der Kalk des Mörtels wird ſich demnach allmählig in nicht pulverförmigen, ſondern blättrigen und vielleicht kryſtalliniſchen kohlenſauren Kalk verwandeln. Dieſer Letztere wird an dem Sande und den nahe liegenden

Steinen feſt adhäriren, ähnlich den Firniſſen, welche man auf Holz applizirt.

Man muß nicht annehmen, daß der Kalk des Mörtels, welcher der Luft ausgeſetzt iſt, ſich mit Kohlenſäure ſättigt; hierzu reicht ſelbſt eine Zeit von mehreren Jahrhunderten nicht hin. Der gebildete kohlenſaure Kalk wird hier und da einige Theilchen Ätzkalk einſchließen, welche dann in dieſem eingehüllten Zuſtande nicht mehr auf die Kohlenſäure der Luft einwirken können.

Es geht daraus hervor, daß die nützliche Wirkung des Kalkes ſelten vollſtändig Statt findet. D'Arcet verſichert auch, daß er nie den Kalk in den Mörteln vollkommen mit Kohlenſäure geſättigt gefunden hat, ſo alt ſie auch geweſen ſeyn mögen. *) Neuerdings fand John daſſelbe durch genaue Zerlegung verſchiedener Mörtel, welche ein Alter von 200 — 600 Jahren hatten. Man erſieht daraus, wie ſichs auch erwarten ließ, daß die Abſorption, welche anfangs raſch vor ſich geht, allmählig immer langſamer wird und am Ende ganz aufhört.

1314. Wollen wir nun die Bedingungen kennen lernen, welche das Feſtwerden des Mörtels am meiſten begünſtigen. Die erſte derſelben beſteht unläugbar in der Berührung mit der Luft, welche die nöthige Kohlenſäure liefert. Die zweite nicht minder wichtige iſt die Anweſenheit des Waſſers, wodurch die Auflöſung eines Antheils von Kalk möglich wird.

Einen ſehr überzeugenden Beweis von der nothwendigen Erneuerung der Luft finden wir in der Beobachtung Johns. Als man unlängſt einen Pfeiler des St. Peter Thurms in Berlin niederrieß, der vor achtzig Jahren aufgebaut wurde und ſieben und zwanzig Fuß im Durchmeſſer hatte, fand man den Mörtel im Innern des Gemäuers noch ebenſo friſch, als wenn er erſt vor einigen Tagen verbraucht worden wäre; er ſchmeckte ſtark kauſtiſch und bildete mit Waſſer eine Kalkmilch. Dieſe Beobachtung wird übrigens auch durch die tägliche Erfahrung beſtätigt.

---

*) Annales de Chimie t. 74. pag. 315.

Andrerſeits würden wir eben ſo viel von der Wichtigkeit des Einfluſſes ſagen können, welchen das Waſſer ausübt, wenn nicht in dieſer Beziehung einige Vorurtheile exiſtirten, welche man zu zerſtören ſuchen muß. Man glaubt gewöhnlich, trocknes Wetter ſey zum Bauen beſſer, als Regenwetter, allein hierüber läßt ſich nichts allgemein Gültiges ſagen, da die Entſcheidung dieſer Frage von beſondern Bedingungen abhängt. Das Waſſer darf nicht in ſo großer Menge vorhanden ſeyn, daß der Kalk ganz aufgelöſt werden könnte, allein es muß wenigſtens doch ſo reichlich zugegen ſeyn, um den Mörtel einige Zeit lang feucht erhalten und eine kleine Menge Kalk auflöſen zu können. Iſt die Witterung trocken, ſo müßte man den Mörtel mit gewöhnlichem Waſſer oder noch beſſer mit Kalkwaſſer begießen; hat man dagegen Regenwetter, ſo muß man den Mörtel oder die friſch aufgeführte Mauer gegen den Regen unmittelbar ſchützen, ihn übrigens aber doch feucht zu erhalten ſuchen.

Aus den angeführten Beobachtungen ergiebt ſich, daß auch die Beſchaffenheit des Sandes einen weſentlichen Einfluß haben muß. Iſt derſelbe zu grob, ſo zertheilt er den Kalk zu wenig; zu fein aber macht er den Mörtel nicht porös genug. Higgins *) bemerkt in dieſer Beziehung, daß der feine Sand dem mittelfeinen und dieſer wiederum dem groben Kieſelſand vorzuziehen iſt. Er bemerkt ferner, daß der beſte Mörtel aus einem Theil reinen Kalks oder einer entſprechenden Menge gewöhnlichen Kalks und drei Theilen feinen oder vier Theilen mittelfeinen Sand bereitet werden könne. Die Anwendung des groben Kieſelſandes hält er nur für den Grund nützlich, der ſodann wieder mit einer neuen Lage bedeckt werden kann, deren Anhaftung dadurch befördert wird.

1315. Wir ſchließen dieſe Betrachtung mit der Prüfung einer jüngſt beſtrittenen Meinung. Muß der Kalk vollſtändig gebrannt ſeyn, oder darf ſich vielleicht noch etwas unzerſetzter kohlenſaurer Kalk darin befinden? Higgins erklärt ſich darüber ſehr beſtimmt, und hält den reinſten Kalk

*) Annales de Chimie. t. 4. pag. 274.

für den beſten. John und die meiſten Chemiker theilen dieſe Anſicht. Es ſcheint übrigens, daß ein unvollkommnes Brennen oder ein langſames Löſchen an der Luft dem Kalk ſehr nützliche Eigenſchaften ertheilen.

Das unvollkommene Brennen giebt ſehr merkwürdige Reſultate. Die vollkommen ihrer Kohlenſäure beraubte Kreide bildet mit Waſſer ein Hydrat, welches unter Waſſer niemals erſtarrt, während dieſelbe Subſtanz, ſo gebrannt, daß ſie einen Theil ihrer Kohlenſäure verliert, ein Produkt giebt, welches durch die Einwirkung des Waſſers nicht an Volum zunimmt, und das gleich dem hydrauliſchen Kalk feſt wird. Die Probirnadel ſenkt ſich in dieſe Teigmaſſen nur 0,8 Millimeter ein, während ſie in das gewöhnliche Hydrat ſehr tief eindringt.

Was das langſame Löſchen an der Luft betrifft, ſo muß der dadurch erlangte Effekt in der theilweiſen Umwandlung des Kalkes in kohlenſauren Kalk beſtehen. Vicat, der vergleichende Verſuche über die Feſtigkeit des Mörtels anſtellte, fand, daß der Zuſammenhang des mit ſchnell gelöſchten Kalk dargeſtellten Mörtels durch 15 ausgedrückt wird, während der mit an der Luft von ſelbſt gelöſchten Kalk bereitete Mörtel eine Feſtigkeit von 23 beſaß. Nach 6 Jahren fand er die Kohärenz beider vermehrt und zwar in dem Verhältniß wie 19 zu 25. Dieſer Gegenſtand erfordert, um ſich vollſtändige Gewißheit zu verſchaffen, noch weitere Unterſuchungen, obgleich die von Vicat hierüber angeſtellten Verſuche ein beſtimmtes Reſultat geben.

Hydrauliſcher Kalk.

1316. Man giebt allen Kalkarten dieſen Namen, welche der Einwirkung des Waſſers widerſtehen, und welche beim Befeuchten nicht zu Brei zerfließen, die aber doch in Pulverform dieſe Flüſſigkeit abſorbiren, ohne ihr Volumen ſehr zu vermehren und ohne ſich ſehr zu erhitzen; es geben dieſelben einen kurzen Teig, welcher unter dem Waſſer in einigen Tagen erhärtet. Wird dagegegen dieſe weiche Teigmaſſe der Luft ausgeſetzt, ſo nimmt ſie eine kreideartige Konſiſtens an und erlangt nur eine geringe Feſtigkeit.

So ausgezeichnete Eigenſchaften haben lange Zeit die beſondere Aufmerkſamkeit der Baumeiſter und Chemiker auf ſich gezogen. Man wußte, daß die Römer ſich ähnlichen Kalk bereiteten durch Vermengen des vulkaniſchen unter dem Namen von Puzzolane bekannten Sandes mit gewöhnlichem Sande. Man wußte, daß der Traß und Baſalt die Puzzolane erſetzen konnten. Endlich fand man durch Verſuche, daß die natürlichen Kalkſteine durch das Brennen Kalk lieferten, welcher alle oben beſchriebenen Eigenſchaften beſaß, und da ſich dieſer äußerſt nützlich anwenden ließ, ſo mußte man lebhaft wünſchen, denſelben auch mit Hilfe der Kunſt beliebig darſtellen zu können. Viele Chemiker beſchäftigen ſich mit Löſung dieſer Aufgabe. Die Gegenwart des Manganoxyds in vielen hydrauliſchen Kalken veranlaßte Guyton-Morveau ihm eine beſonders wichtige Bedeutung zuzuſchreiben. Descotils glaubte im Gegentheil, daß die Kieſelerde in einem beſondern Zuſtand eine wichtige Rolle dabei ſpiele, allein dieſe Unterſuchungen ſämmtlich führten nicht zur praktiſchen Löſungs des Problems, wonach man begierig ſuchte; endlich machte neuerdings Vicat ſeine merkwürdigen Arbeiten bekannt und beantwortete dadurch in praktiſcher Hinſicht dieſe wichtige Frage vollſtändig.

Um die verwickelten Erſcheinungen, welche dieſe Klaſſe von Kalk darbietet, richtig auffaſſen zu können, wollen wir zuerſt die Zuſammenſetzung desſelben nach Berthiers Analyſen kennen lernen. Dieſe Analyſen wurden mit Kalk vorgenommen, welcher an verſchiedenen Orten gefunden und bei ſeiner Anwendung im Großen ſich vorzüglich bewährte, wie aus dem Folgenden zu erſehen iſt:

Kalkſteine, welche mittelmäßig-hydrauliſchen Kalk geben.

Zuſammenſetzung der Kalkſteine.	1.	2.	3.	4.	5.
Kohlenſaurer Kalk	0,900	0,858	0,892	0,890	0,890
— — Magneſia .	0,050	0,004	0,032	0,020	0,020
— — Eiſen	. . .	0,062	. . .	. . .	. . .
— — Mangan . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Thon { Kieſelerde . . . . Thonerde . . . . Eiſen . . . . . . Kohlenſtoff . . . }	0,050	0,054	0,078	0,090	0,090
Waſſer	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Kalk, welchen ſie geben					
Kalk	0,870	0,830	0,840	0,820	0,820
Magneſia	0,040	. . .	0,025	0,015	0,015
Thon	0,090	0,070	0,135	0,165	0,165
Eiſenoxyde	. . .	0,100	. . .	. . .	. . .

1.) Kalkſtein von Vougy (Loiredepartement) zwiſchen Roanne und Chaulieu iſt etwas blättrig, gelblich, mit Ammoniten und Muſcheln erfüllt; giebt ſehr guten Kalk, der im Waſſer erhärtet.

Kalkſtein von Saint-Germain (Ain) iſt dicht, dunkelgrau, mit weißen Kalkadern durchzogen, blätterig und voll von Gryphiten ꝛc.; man wendet ihn in Lyon zu allen Waſſerbauten an.

3.) Kalkſtein von Chaunay bei Mâcon, iſt dicht, feinkörnig, gelblich-weiß; er gehört den ſekundären Bildungen an; man wendet ihn zum Brennen des Kalks an und dieſer hat dann hydrauliſche Eigenſchaften.

4.) Kalkſtein von Digne (Jura), feſt, iſt mit ſpäthigem Kalk durchzogen, und enthält eine Menge Gryphiten von dunkelgrauer Farbe; er giebt Kalk, der erhärtet und als hydrauliſcher betrachtet werden kann.

5.) Kalkſtein, der den Vorigen begleitet, und der dieſelben Eigenſchaften beſitzt; iſt feſt, von beinahe erdigem Korn und hellgrau.

Kalkſteine, welche ſehr hydrauliſchen Kalk liefern.

Zuſammenſetzung der Kalkſteine.	1.	2.	3.	4.	5.
Kohlenſaurer Kalk	0,825	. . .	0,792	0,765	0,800
— — Magneſia .	0,041	. . .	0,025	0,030	0,015
— — Eiſen	. . .	. . .	0,060	0,030	. . .
— — Mangan . .	. . .	. . .	. . .	0,015	. . .
Thon { Kieſelerde	. . .	. . .	0,065	0,116	0,170
Thon { Thonerde	. . .	. . .	0,038	0,036	0,010
Thon { Eiſenoxyd	0,134	. . .	. . .	. . .	. . .
Thon { Kohle	. . .	. . .	0,020	. . .	. . .
Waſſer	. . .	. . .	. . .	. . .	0,010
Kalk, welchen dieſe geben					
Kalk	0,870	0,688	0,740	0,683	0,700
Magneſia	0,035	0,060	0,020	0,020	0,010
Thon	0,220	0,252	1,170	0,240	0,290
Eiſenoxyd ꝛc.	. . .	. . .	1,070	0,057	. . .

1.) Flötzkalkſtein von Nismes (Gard), dicht, gelblichgrau; giebt guten hydrauliſchen Kalk, welcher in jener Gegend vorzüglich geſchätzt iſt.

2.) Kalk von Lezoux (Puy-de-Dôme); wird aus einem mergeligen Süßwaſſerkalk bereitet, und für ſehr gut gehalten. Man löſcht ihn gewöhnlich, indem man ihn längere Zeit in Haufen der Luft ausſetzt; hat man dieſen Kalk mit Waſſer befeuchtet, ſo giebt er mit Säuren eine Gallerte.

3.) Dichter Kalkſtein, deſſen Vorkommen unbekannt iſt; giebt ſehr guten hydrauliſchen Kalk.

4.) Flötzkalkſtein von Metz (Moſel); dicht, mit faſt erdigem Korn, mehr oder minder dunkel, blaulich grau. Es wird Kalk daraus im Großen dargeſtellt und dieſer läßt in der

Säure einen Rückſtand von höchſtens 5 Prozent, welcher nur gelatinöſe Kieſelerde iſt.

5.) Mergelkalk von Sénonches bei Dreux (Eure und Loire), dicht, ſehr zerreiblich und das Waſſer ſchnell abſorbirend. Er zerfällt in dieſer Flüſſigkeit wie Thon, allein nach dem Brennen verliert er dieſe Eigenſchaft. Es bietet dieſer Stein noch eine beſondere Eigenſchaft dar: er iſt nämlich nicht gleich andern Kalkſteinen mit erdigem Bruch ein Gemenge von kohlenſaurem Kalk und Thon, ſondern hinterläßt bei Behandlung mit Säuren einen mehligen Rückſtand, welcher ſich vollſtändig in Ätzkalilauge ſelbſt in der Kälte auflöſt und der ſich vollkommen wie Kieſelerde verhält, welche aus einer Verbindung abgeſchieden worden; übrigens iſt es gewiß, daß dieſe Subſtanz in dem Kalkſtein von Sénonches nur als einfacher Gemengtheil vorhanden iſt, denn bei der ſorgfältigſten Zerlegung findet man nur ſoviel Kohlenſäure, als zur Sättigung des Kalks erforderlich iſt.

Dieſer Kalkſtein von Sénonches iſt ſehr berühmt; man wendet ihn in Paris vielfach an; er ſteht ſehr ſchnell unter Waſſer und wird ſogar härter als der Kalk von Metz; in den Säuren löſt er ſich ohne den geringſten Rückſtand auf.

1317. Es ergiebt ſich aus dieſen Analyſen, daß aller Kalk, welcher 9—10 Prozent Thon enthält, mittelmäßig hydrauliſch iſt; daß derſelbe aber von ganz ausgezeichnet hydrauliſcher Beſchaffenheit iſt, wenn der Thongehalt bis auf 20 oder 30 Prozent ſteigt.

Die Theorie der hydrauliſchen Kalke und Cämente erfordert eine gründliche Prüfung ſowohl hinſichtlich der Wichtigkeit des Gegenſtandes, als auch in Beziehung auf die ſchönen von Berthier beobachteten Thatſachen, welche ungemein viel Licht über einige Punkte dieſer wichtigen Frage verbreiten.

Wir haben bereits bemerkt, daß die mit Puzzolane bereiteten Mörtel von den Römern ſchon gekannt und angewendet wurden, und daß der Verbrauch derſelben auch in unſrer Zeit ſehr häufig iſt, wenn anders der Preis die Anwendung nicht verbietet. Die Ähnlichkeit in der Zuſammenſetzung brachte die Chemiker auf den Gedanken die Puzzolane oder den

Traß durch gewöhnliche Backſteine zu erſetzen. Die frühern Verſuche dieſer Art gaben jedoch keine günſtigen Reſultate, weil man die ſaure Natur der Kieſelerde noch nicht kannte. Kleinere Verſuche in den Laboratorien angeſtellt, waren ebenfalls nicht gut ausgeführt und der ſchlechte Erfolg derſelben brachte auch von dem Gedanken ab, rein praktiſche Experimente an deren Stelle zu ſetzen. Ähnliche Verſuche aber leitete Vicat auf die wichtige und glückliche Entdeckung, womit er die Technik bereicherte. Der Zuſtand, in welchem derſelbe dieſe Frage gefunden, macht jene Entdeckung noch merkwürdiger. Einige hielten die Ziegelſteine für zu rauh und glaubten die Schlacken oder poröſen Glasmaſſen für geeignet zu dieſem Zwecke; andere wiederum ſahen das Eiſen für den weſentlichſten Beſtandtheil an und zogen deshalb ſehr eiſenhaltigen Ocher dem Thon vor; endlich ſchrieb Guyton Morveau die Hauptrolle dem Manganoxyd zu und dieſe Anſicht erhielt ſich lange Zeit. Über alle dieſe Punkte hat Berthier Verſuche angeſtellt, welche uns nun in den Stand ſetzten die Rolle jeder dieſer einzelnen, im natürlichen hydrauliſchen Kalk oder im Thon vorkommenden Stoffe gehörig zu würdigen.

1318. Als man verſchiedene Gemenge von Kreide und gewöhnlichem weißen Sand in einem Kalkofen gebrannt hatte, ſo erhielt man magern, nicht hydrauliſchen Kalk und hierdurch wurde nur ein Zwanzigſtel des Sandes angegriffen und in Alkali auflösbar. Der Sand von Aumont, der für die Porzelanfabrik in Sèvres zubereitet wird, indem man ihn zwiſchen Mühlſteinen zum feinſten Pulver mahlt gewährte beſſere Reſultate, denn die Verbindung zwiſchen dieſem und dem Kalk war inniger; demungeachtet aber blieb ein Drittel der Kieſelerde unangriffen und konnte nicht in den Alkalien aufgelöſt werden.

Dieſe Verſuche beſtätigen die von John und Vicat gemachte Beobachtung und beweiſen ihre Behauptung, daß die erdigen Stoffe um ſo beſſer ſich mit dem Kalk verbinden, als ſie inniger und im Zuſtande der feinſten Zertheilung mit demſelben gemengt werden.

1319. Man glühte eine Stunde lang in einem Platintiegel bei ungefähr 50 Graden nach dem Pyrometer ein Ge-

menge von 100 Thl. Kreide und 15 Thl. gallertartiger Kieſel-erde. Die Maſſe wurde gelöſcht unter ſtarker Wärmeent-wicklung und vermehrte ihr Volum etwas dabei; mit Waſ-ſer bildete ſie einen ziemlich konſiſtenten Brei, der nach zwei monatlichem Eintauchen eine ſolche Feſtigkeit erlangt hatte, daß der Fingernagel keinen Eindruck mehr auf die Maſſe zu machen vermochte.

Auf gleiche Weiſe glühte man 100 Kreide und 40 Kie-ſelgallerte. Die Maſſe löſchte ſich unter geringer Erwärmung und ohne ihr Volum zu vermehren, welche Eigenſchaften ganz charakteriſtiſch für den vorzüglichen hydrauliſchen Kalk ſind; mit viel Waſſer in einer Flaſche geſchüttelt, bildet ſich ein Niederſchlag, welcher auf einem Filter geſammelt wurde. Die-ſer Niederſchlag enthielt

Kalk	35
Kieſelerde	65

während der Kalk, der denſelben lieferte, enthalten ſollte, nachdem die Kohlenſäure verjagt worden, ungefähr

Kalk	58
Kieſelerde	42

Das in großer Menge angewandte Waſſer ſtrebt alſo, die verſchiedenen mit überſchüſſiger Baſis verbundenen Silicate zu zerſetzen, die man auf trocknem Wege erhält und ſucht ſie in neutrale Silicate zu verwandeln, welche der Theorie nach zuſammengeſetzt ſind aus

Kalk	35,82
Kieſelerde	64,17

Wendet man dagegen das Waſſer nur in geringer Menge an, ſo wird es abſorbirt und geht größtentheils vermöge chemiſcher Verbindung in den ſtarren Zuſtand über, indem dann keine ähnliche Zerſetzung Statt findet; nicht unwahr-ſcheinlich iſt es aber, daß ſich dann ein Gemenge oder ſelbſt eine innige Verbindung von Kalkhydrat und einem waſſer-haltigen baſiſchen kieſelſauren Salz bildet.

1320. Wir ſehen, daß der Aggregatzuſtand der Kieſel-erde einen ſehr großen Einfluß auf die Verbindung ausübt. Auch in den Verſuchen Vicats finden ſich überzeugende Be-weiſe davon: 200 Thl. Kieſelerde von verſchiedenem Aggre-gatzuſtand mit 100 Thl. fetten Kalk gemengt, gaben einen

Mörtel, deſſen Härte durch Einſenken der Probirnadel gemeſſen wurde. Die Ergebniſſe waren folgende

	Einſinken der Nadel in Millimeter ausgedrückt.
Kieſelgallerte	1,34
dergl. rothgeglüht	1,86
Kieſelerde aus Thonerde abgeſchieden	2,13
dergl. geglüht	3,11
geſtoßener Bergkryſtall	unbeſtimmt tief.

1321. Wir wollen nun unterſuchen, welche Rolle die Thonerde ſpielt.

Berthier glühte in einem Platintiegel 10 Thl. Kreide mit einer Menge Thonerdehydrat, welche 2 oder 2,3 Thl. waſſerfreier Thonerde entſprach. Die beiden Gemenge löſchten ſich ſchnell unter beträchtlicher Wärmeentbindung und quollen ſtark auf; als weicher Brei unter Waſſer gebracht, hatten dieſe Gemenge nach zwei Monaten nicht die geringſte Konſiſtenz angenommen. Die Salzſäure löſte dieſe Maſſe vollkommen auf. Demnach ſcheint es alſo, daß die Thonerde und der Kalk ſich auf trocknem Wege mit einander verbinden, daß aber die Verbindung durch Einwirkung des Waſſers wieder gänzlich zerſtört wird.

Die Erfahrungen von Vicat beſtätigen dieſe Reſultate. Er nahm 200 Thl. Thonerde und 100 Thl. fetten Kalk, und erhielt weiche Mörtel davon, in welchen die Probirnadel ſich äußerſt leicht einſenkte.

Mörtel bereitet aus	Einſinken in Millimetern ausgedrückt.
gallertförmiger Thonerde	13,56
ſchwach geglühter dergl.	9,60
ſtark geglühter Thonerde	unbeſtimmt tief.

1322. Wird Kreide mit verſchiedenen Mengen von Eiſenoxyd oder Manganoxyd geglüht, ſo erhält man nur Kalk ohne den geringſten Zuſammenhang, welcher ſich gleich anderm fetten Kalk verhält, der mit einem unwirkſamen Stoff zuſammengemengt wurde.

1325. Es iſt ſonach bewieſen, daß kein Gemenge, in welchem nicht Kieſelerde vorhanden iſt, hydrauliſche Eigenſchaften erlangen kann. Wollen wir nun unterſuchen, ob die Gegenwart der Magneſia, der Thonerde, des Eiſen- und

Mangan-Oxyds einen ſchädlichen Einfluß übt, oder ob dieſe Körper im Gegentheil die hydrauliſchen Kalke verbeſſern können. Aus den von Berthier angeſtellten Verſuchen ſcheint nun hervorzugehen, daß diejenigen Kalke, welche Kieſel- und Thonerde zugleich enthalten und noch mehr diejenigen, welche aus Kieſelerde und Magneſia beſtehen, weit härter werden als die reinen Kalkſilikate; daß aber im Gegentheil das Eiſenoxyd und Manganoxyd nichts zur Erhärtung des Kalks beitragen.

10 Gram. magneſiahaltiger Kalk von Paris (No. 1. S. 532) und 2 Gram. Kieſelgallerte gaben einen Kalk, welcher ſich unter ſchwacher Wärmeentbindung und leichtem Aufquellen löſchten, und der in kurzer Zeit unter Waſſer härter als der beſte künſtliche Kalk wurde. Dieſer Kalk mußte enthalten

Kalk	56,0
Magneſia	16,6
Kieſelerde	27,4

10 Gram. magneſiahaltiger Kalkſtein von Villefranche No. 8 und 2 Gram. Kieſelgallerte gaben einen Kalk, welcher ſich ungefähr wie der vorige verhielt, allein er wurde nicht ſo hart; er ſollte enthalten

Kalk	46
Magneſia	20
Eiſenoxyd	5
Manganoxyd	3
Kieſelerde	26

Mit 10 Gram. Kalkſtein von Villefranche, 20 Gram. Kreide und 3 Gram. Kieſelgallerte bekommt man einen Kalk, welcher zuſammengeſetzt iſt aus

Kalk	56
Magneſia	21
Eiſenoxyd	2
Manganoxyd	1
Kieſelerde	20

ganz ausgezeichnet hydrauliſch iſt, und der in kurzer Zeit ſehr hart wird.

1324. Da die meiſten hydrauliſchen Kalke aus thonhaltigen Kalkſteinen bereitet werden, ſo ſcheint daraus hervorzugehen, daß die Thonerde die Eigenſchaften dieſer Kalkarten

nicht verändert. Vergleicht man den künſtlichen Kalk von Paris mit dem Kalk von Sénonches, ſo ſieht man, daß die Thonerde, die ſich in dem Letztern nicht vorfindet, dagegen aber im Erſtern in beträchtlicher Menge vorhanden iſt, gewiß zum Theil die Härte bedingt. Gewiß iſt es, daß ein richtiges Verhältniß zwiſchen Kieſelerde und Thonerde allem Andern vorzuziehen iſt, allein man wird dieß Verhältniß nur erſt durch viele Verſuche finden. Eine Probe, welche Berthier mit 4 Thl. Kreide und 1 Thl. Kaolin von Limoges anſtellte, läßt dieſen Chemiker vermuthen, daß es vortheilhaft ſeyn möchte, die Thonerde und Kieſelerde zu gleichen Theilen anzuwenden. Der erhaltene Kalk muß enthalten

Kalk	74,5
Thonerde	12,5
Kieſelerde	13,0

Es hatte dieſer Kalk bald nach ſeinem Eintauchen in Waſſer eine weit beträchtlichere Härte erlangt als der künſtliche Kalk, der aus 4 Thl. Kreide und 1 Thl. Thon von Paſſy bereitet worden.

1325. Als man mit der Kieſelerde ein gleiches Gewicht Manganoxyd mengte, erhielt man einen nicht hydrauliſchen Kalk. Dasſelbe fand Statt, als man einem Gemenge, welches zu hydrauliſchem Kalk ſich eignete, 7 Prozent Eiſenoxyd zuſetzte, wodurch es jene Eigenſchaft gänzlich verlor.

1326. Man gelangt zu demſelben Reſultat, wenn man die Frage umkehrt, wie dieß Vicat gezeigt hat. Bringt man nämlich Kalkwaſſer mit Mangan= oder Eiſenoxyd, Thonerde oder Kieſelerde zuſammen, ſo iſt die Wirkung des Mangan= oder Eiſenoxydes ſehr ſchwach, dagegen aber bemächtigt ſich die Thonerde eines Theils des aufgelöſten Kalks, während die Kieſelerde ſehr ſchnell den Kalk aus dem Waſſer abſcheiden und ſich mit ihm verbinden wird.

Man würde ſicherlich dieſes Mittel mit gutem Erfolg anwenden können, um das Streben der Thone, ſich mit dem Kalke zu verbinden, näher zu beſtimmen und um die Wirkung kennen zu lernen, welche die Wärme darauf ausübt, nebſt den vortheilhaften oder nachtheiligen Veränderungen, welche jene dadurch erleiden. Es ergiebt ſich dieß auch wirklich aus

den nachfolgenden Verſuchen Vicats. Dieſer geſchickte Experimentator und Beobachter beſtimmte die Mengen von Kalkwaſſer, welche ihres Kalkes beraubt werden können durch eine ſich gleich bleibende Quantität der unten angegebenen Stoffe.

			Zerſetztes Kalkwaſſer.
Roher Thon	100 Thl.	Thon aus geſchlämmtem Sand	1100
	100 —	guter natürlicher Puzzolanthon .	400 — 500
Geglühter Thon.	100 —	guter an der Luft rothgeglühter Thon zu Puzzolane	260
	100 —	in verſchloſſenen Gefäßen geglühter desgleichen	100
	100 —	Thon, welcher mittelmäßige Puzzolane giebt	60 — 80
	100 —	Thon, der ſchlechte Puzzolane giebt	25 — 38
	100 —	Puzzolane von Italien	147

In Beziehung auf die praktiſche Brauchbarkeit dieſes Verfahrens führt Vicat ein ſehr beachtungswerthes Beiſpiel an.

	Entkalktes Kalkwaſſer	Widerſtand des Mörtels
100 Thl. der beſten Puzzolane	700	640
100 — der ſchlechteſten dergl.	66	97

Es geht hieraus hervor, daß der Wiederſtand des Mörtels und die Zerſetzung des Kalkwaſſers ungefähr in gleichem Verhältniß zu einander ſtehen, und dieſe beiden Eigenſchaften ſtehen in ſo naher Beziehung mit einander, daß man ſehr wohl die Kraft einer Puzzolane aus ihrer Wirkung auf das Kalkwaſſer erkennen kann, wodurch denn dieſe Verſuche ſehr vereinfacht werden können.

Der mit der Puzzolane unter dieſer Vorausſetzung anzuſtellende Verſuch beſteht darin, daß man z. B. einen Liter Kalkwaſſer nimmt und in daſſelbe nach und nach ſo viel von der zu prüfenden Puzzolane wirft, bis endlich das Kalkwaſſer ganz zerſetzt iſt, ſo daß die filtrirte Flüſſigkeit nicht mehr durch kohlenſaures Natron oder Kali gefällt wird.

1327. Es geht aus dieſen Verſuchen hervor, daß die Kieſelerde allein ſchon mit dem Kalk eine vorzüglich gute hydrauliſche Maſſe bilden kann, (Kalkſtein von Senonches) während die Magneſia für ſich, (Kalkſtein von Paris) oder

gemengt mit Eiſen- oder Manganoxyd (Kalkſtein von Ville-franche) keine ähnliche Verbindung bildet, und den Kalk mager macht, ohne ihm die Eigenſchaft zu ertheilen, unter Waſſer zu erhärten. Verſuche, welche hinſichtlich der Zuſammenſetzung angeſtellt wurden, beſtätigen die aus der Analyſe abgeleiteten Folgerungen und beweiſen ferner: 1.) daß die Thonerde allein, hinſichtlich der Fähigkeit den Kalk hydrauliſch zu machen, nicht mehr Wirkſamkeit beſitzt als die Magneſia; 2.) daß die Kieſelerde ein weſentlicher Beſtandtheil dieſer Kalkarten iſt; 3.) daß das Eiſen- und Manganoxyd durchaus hierbei nicht die wichtige Rolle ſpielen, welche ihnen Einige zugeſchrieben haben, ſondern ſich meiſtens ganz träge verhalten; 4.) endlich, daß die beſten Kalke aus der Verbindung der Kieſelerde, des Kalkes und der Magneſia oder Thonerde hervorgehen.

Hierzu müſſen wir noch fügen, daß die Temperatur, bei welcher die Maſſe gebrannt wird, die Eigenſchaft dieſer verſchiedenen Gemenge weſentlich verändern kann; ein Kalk, der übrigens gute Reſultate zu liefern fähig iſt, wird bei hoher Temperatur todt gebrannt werden, oder bei ſchwachem Brennen magern, nicht hydrauliſchen Kalk liefern.

Die wichtigſte Anſicht von den hydrauliſchen Kalken iſt ohne Zweifel diejenige, daß man dieſelbe als eigentliche Kalkſilikate, oder Silikate von Thonerde und Kalk oder endlich als Magneſia- oder Kalkſilikate mit überſchüſſiger Baſis betrachtet. Werden dieſe gemiſchten Körper in das Waſſer gebracht, ſo geben ſie Hydrate oder vielmehr Verbindungen von Kieſelhydrat mit dem Hydrat der überſchüſſig vorhandenen Baſis. Wahrſcheinlich wird Letztere allmählig kohlenſauer durch die im Waſſer aufgelöſte Kohlenſäure; übrigens hängt das Erhärten dieſer Kalkarten hauptſächlich vom ſchnellen Übergang der Silikate in den Hydratzuſtand ab.

Bis jetzt laſſen ſich alle Erſcheinungen leicht erklären, allein wenn wir die Mörtel näher kennen lernen werden, welche man aus dieſen Kalkſorten bereitet, ſo werden ſich uns Thatſachen darbieten, welche ſich nur ſehr ſchwierig mit den allgemeinen wiſſenſchaftlichen Anſichten vereinigen laſſen. (1340—1341.)

Künſtlicher hydrauliſcher Kalk.

1328. Die angeführten Verſuche zeigen, daß man künſtlichen hydrauliſchen Kalk auf verſchiedene Weiſe bereiten kann. Man kann dieſen in zwei Klaſſen eintheilen, je nachdem er nämlich auf trocknem und auf naſſem Wege bereitet wird. Wir wollen zuerſt mit der Betrachtung des erſteren beginnen.

Nach Vicats Angabe fabrizirt de Saint-Leger künſtlichen hydrauliſchen Kalk im Großen. Er bereitet ihn, indem er 4 Thl. Kreide von Meudon und 1 Thon von Paſſy dem Volum nach genommen mit einander mengt. Beide Stoffe werden mit Waſſer zerrührt und ein inniges Gemenge daraus hergeſtellt mittelſt einer Mühle, in welcher ſenkrecht ſtehende Mühlſteine auf einem kreisförmigen Trog laufen. Der erhaltene Brei wird in ein gemauertes Behältniß gebracht. Bei ruhigem Stehen ſetzen ſich die gemengten Erden ab und es erſcheint eine Waſſerſchicht darüber, welche man abläßt. Sobald der Niederſchlag die gehörige Konſiſtenz erlangt hat, formt man Backſteine daraus, trocknet dieſelben an der Luft und brennt ſie auf gewöhnliche Weiſe in Kalköfen. Hierbei muß man zu ſtarkes Feuer vermeiden, damit nicht etwa die Kieſelerde, der Kalk und die Thonerde zu ſchmelzen anfangen, wodurch der Kalk unfähig würde, ſich mit dem Waſſer zu verbinden.

Der ſo bereitete Kalk wird in Paris zu 60 Franken der Kubickmeter verkauft. Der von Senonches kommt in Paris gelegt auf 85 Franken zu ſtehen, weshalb man dem Erſtern den Vorzug giebt. Zu öffentlichen Bauten wendet die Regierung in Paris jetzt nur den Kalk von de Saint-Leger an; zu dem Kanal von Saint-Martin wurde eine ungeheuere Menge davon verbraucht und die Erfahrung hat bisher gelehrt, daß dieſer den Kalk von Senonches übertrifft. Nach Berthier enthält de Saint-Legers Gemenge

kohlenſauren Kalk	84
Kieſelerde	10
Thonerde	5
Eiſenoxyd	1
	100

und der daraus bereitete Kalk beſteht aus.

Kalk	74,6
Thon	23,8
Eiſenoxyd	1,6
	100,0

In den Säuren löſt er ſich gleich dem Kalk von Sénonches gänzlich auf. Er nimmt beim gewöhnlichen Löſchen um 0,65 ſeines Volums zu, wenn man vorher ſorgfältig diejenigen Stücke ſondert, welche nicht durchgebrannt ſind.

1329. Aus dem bereits Geſagten ſcheint klar hervorzugehen, daß man das Brennen des Gemenges aus Kalk und Thon umgehen kann. Die Römer bereiteten ihren hydrauliſchen Mörtel mit gewöhnlich gebranntem Kalk und Puzzolane. Neuerdings fabrizirte man denſelben ſeit langer Zeit ſchon, indem man ſtatt der Puzzolane Traß oder gemahlene Backſteine anwendet. Vicats Verſuche, indem derſelbe zeigte, daß dieſe verſchiedenen Stoffe dem Kalkwaſſer ſeinen Kalk entziehen, beweiſen, daß das Silikat, welches den hydrauliſchen Kalk bildete ebenſo gut auch auf naſſem Wege entſtehen kann. Die Bauverſtändigen ſind ſogar nicht einig, welchem von beiden Methoden ſie den Vorzug geben ſollen. Nachdem wir nun de Saint-Legers Verfahren angegeben haben, wollen wir ſehen auf welche andere Art man ebenfalls zum Ziele gelangen kann.

Girard ſchlägt vor, die natürlichen oder künſtlichen Puzzolanen durch thonhaltigen Sand (arênes) zu erſetzen, der ſich in dem Thal von Isle (Gironde) findet. Dieſer Sand von rother, brauner oder gelblicher Farbe hat die Eigenſchaft hydrauliſchen Mörtel zu geben, wenn man ihn mit fetten Kalk mengt. Man kann 3 bis 5 Thl. Sand auf 1 Thl. Kalk nehmen. Wenn der Sand weniger als 30 Prozent Thon enthält, ſo bildet er Mörtel, welcher nur langſam unter Waſſer erhärtet, der aber nach Verlauf eines Jahres dem ſehr ſchnell erhärteten nichts nachgiebt.

Durch gelindes Brennen erlangt dieſer thonhaltige Sand noch ausgezeichnetere Eigenſchaften. Girard empfiehlt die Anwendnng dieſer Stoffe mit großer Zuverſicht, indem bereits Verſuche im Großen ſehr günſtige Reſultate gaben, und

weil dieſe Sandarten ſo häufig in der Natur vorkommen und einen Mörtel geben, der nur halb ſo theuer zu ſtehen kommt, als der gewöhnliche hydrauliſche Mörtel.

1330. Am beſten eignen ſich zur Umwandlung des fetten Kalks in hydrauliſchen Kalk die Thone, oder die innigen Gemenge von Kieſelerde, Thonerde und mehr oder weniger Eiſenoxyd. Die Natur liefert zwar dieſe Körper in Überfluß, allein es ſind ſtets dabei noch beſondere Bedingungen zu erfüllen, welche deren Anwendung koſtſpielig machen. Über dieſen Punkt herrſcht noch eine ſo große Verwirrung, daß ich mir nicht anmaſſen darf, alle dieſe Schwierigkeiten beſeitigen zu können.

Folgendes ſind die bekannteſten Thatſachen, welche ich in der mir am natürlichſten ſcheinenden Ordnung aufführe.

Die natürlichen Thone beſtehen aus Kieſelerde, Thonerde, Eiſenoxyd und Waſſer. Man weiß noch nicht, ob dieſe Stoffe blos gemengt oder wirklich mit einander verbunden ſind. Wahrſcheinlich exiſtirt in jedem Thon eine chemiſche Verbindung, welche durch mechaniſche Gemenge verunreinigt iſt. Wie dem auch ſey, Vicat fand folgende Reſultate bei Mörteln, welche mit rohem oder gebranntem Thon gemacht wurden und ſieben Monate lang unter Waſſer waren.

			Einſinken der Probirnadel.
1.	fetter Kalk	100	. . . . 15 Millimeter.
	ungebrannter Thon	433	
2.	fetter Kalk	100	. . . . 2 Millimeter.
	gebrannter Thon	452	

Der Mörtel No. 1 war ſo hart, daß er dem Eindrucke des Fingers widerſtand, aber No. 2 dagegen war ſteinhart.

1331. Wir wollen nun die Wirkungen des Brennens näher betrachten. Nach Vicat trat ein bildſamer Thon von Loupiac (Lot.), enthaltend

Kieſelerde	61
Thonerde	31
Eiſenoxyd	Spuren
Waſſer	8
	100

im natürlichen Zuſtand der Salzſäure 2,85 Thonerde ab. Derſelbe Thon dagegen, nachdem er wahrſcheinlich ohne vor-

läufiges Austrocknen in verſchloſſenen Gefäßen geglüht worden war, verlor mit Salzſäure behandelt, 5,48 Thonerde. Als er mit ſehr fettem Kalk gemengt wurde, ſo gab er ſehr guten Mörtel, der ſchon nach ſieben Tagen unter dem Waſſer erhärtet war, und in welchen nach ſechsmonatlicher Eintauchung die Probirnadel vier Millimeter tief ſich einſenkte.

Unter gleichen Umſtänden an der Luft geglüht, verlor der gebrannte Thon 11,5 Prozent, wie oben. Die Salzſäure entzog ihm 12,4 Thonerde. Als derſelbe mit ſehr fettem Kalk gemengt wurde, ſo gab er einen Mörtel, der ſchon nach drei Tagen erhärtete und in den die Nadel nach ſechsmonatlichem Untertauchen im Waſſer nur 3 Millimeter tief eindrang.

Es iſt mithin in jeder Beziehung der an offner Luft gebrannte Thon dem vorzuziehen, der in verſchloſſenen Räumen geglüht wurde.

1333. De Raucourt, Brücken- und Straßenbauingenieur hat zuerſt dieſe Anſicht aufgeſtellt, welche nachher durch die Verſuche des Generals Treuſſart und Vicats beſtätigt wurde. Wir haben zwar die Verſuche des Letzteren zuerſt angeführt, weil ſie am ausführlichſten beſchrieben ſind, allein auch in der Abhandlung Treuſſarts finden wir ſehr viele erwähnt, die einer beſondern Beachtung werth ſind.

Er nahm Thon, welchen man aus der Gegend von Frankfurth zur Alaunfabrikation nach Straßburg kommen läßt; dieſer beſteht nach Berthier aus:

Kieſel	50,0
Thonerde	32,7
Magneſia	1,6
Eiſenoxyd	Spur
Waſſer	16,0

Er iſt ſchwarz, aber beim Erhitzen nimmt er allmählig verſchiedene Nüancen von Blau an und wird zuletzt weiß, wenn man ihn ſehr ſtark glüht. Von dieſer Erde wurden nun Stücke von der Größe eines Backſteins in dem Alaunofen erhitzt, wo die Erden in Kontakt mit der Luft geglüht werden; ein anderer Theil wurde in einem Kalkofen gebrannt

in welchem er beinahe gar nicht mit Luft in Berührung kam, weil man den obern Theil des Ofens, um die Hitze zu konzentriren, mit Schutt ſo verſchließt, daß nur die zum Brennen nöthige Menge Luft durchſtrömen kann; man wählte Stücke aus, welche ihrer Farbe nach ebenſo ſtark gebrannt waren und bereitete daraus Mörtel, indem man 1 Thl. gewöhnlichen Kalk und 2 Thl. des gebrannten und pulveriſirten Thons dazu anwendete.

Die Mörtel, welche aus dem im Alaunofen gebrannten Thon angemacht wurden, erhärteten nach zwei bis drei Tagen und haben nach einjährigem Liegen im Waſſer Gewichte von 192 bis 263 Kilogr. getragen, ehe ſie zerbrachen; dagegen erhärtete der mit dem im Kalkofen gebrannten Thon bereitete Mörtel erſt nach 30 Tagen und zerbrach ſchon durch Auflegen eines kleinen Gewichtes von 30—25 Kilogr.; einer dieſer Mörtel war ſogar nach einjährigem Liegen im Waſſer noch ſehr weich.

1333. General Treuſſart machte ferner Verſuche mit Thon von Holzheim bei Straßburg; dieſe Erde enthält keinen Kalk, aber viel Eiſenoxyd. Er formte daraus zwei Backſteine: den einen ohne weitern Zuſatz und den andern mengte er mit 2 Prozent Kalk; dieſe beiden Backſteine wurden ſodann im Kalkofen gebrannt, indem man ſie unter die andern Backſteine an einen Ort ſtellte, an welchem ſie am wenigſtens mit Luft in Berührung kommen. Andrerſeits wurde in einer Art von Muffel in ſtarkem Luftzug Thon von Holzheim ohne Beimiſchung, und derſelbe mit 2 Prozent Kalk vermengt geglüht; die Stücke waren von der Größe einer Nuß und nicht zuſammengedrückt. Nach dem Erkalten wurden ſowohl die kleinen Stücke als auch die im Kalkofen gebrannten Backſteine pulveriſirt und davon dann vier Käſtchen Mörtel angemacht, wozu man 1 Thl. gewöhnlichen Kalkbrei und 2 Thl. alſo zubereiteten Thon anwendete. Dieſe Mörtel wurden ins Waſſer gelegt.

Derjenige Mörtel, welcher mit dem im Kalkofen ohne Kalkzuſchlag gebrannten Thon bereitet war, erhärtete erſt nach 30 Tagen; der zweite aus dem mit Kalk vermengten und

auf gleiche Weiſe gebrannten Thon angemachte Mörtel erhärtete nach 17 Tagen.

Der Mörtel, wozu der an offner Luft gebrannte reine Thon genommen wurde, erhärtete nach 5 Tagen anſtatt nach einem Monat, wie der erſte; endlich wurde der aus dem auf gleiche Weiſe gebrannten und mit 2 Prozent Kalk gemengten Thon bereitete Mörtel ſchon nach 3 Tagen hart, während in obigem Falle, wenn der Thon im Kalkofen, ohne der Luft ausgeſetzt zu ſeyn, gebrannt wird, der daraus gefertigte Mörtel 17 Tage zum Hartwerden brauchte.

1334. Die beſten Puzzolanen ſind demnach ſolche, welche durch Brennen etwas kalkhaltiger Thone an freier Luft erzeugt werden; fragt man nach der Wirkung, welche die Luft unter dieſen Umſtänden ausübt, ſo läßt ſich hierauf keine genügende Antwort ertheilen; wir haben deshalb dieſe Verſuche im Detail mitgetheilt, und überlaſſen nun dieſen Punkt dem Leſer zur eigenen Beurtheilung. Durch das Glühen verliert der Thon ſein Waſſer und das Eiſenoxydul geht in Oxyd über. Die Luft iſt nur für die Veränderung des Eiſenoxyduls nöthig, allein da auch ganz eiſenfreie Thone auf gleiche Weiſe ſich durch Glühen an der Luft verbeſſern, ſo darf man die Urſache davon nicht in der Veränderung des Oxydationszuſtandes des Eiſens ſuchen. Man iſt hier eher geneigt zu glauben, daß die Temperatur einen weſentlichen Einfluß übt, da wahrſcheinlich bedeutende Verſchiedenheiten zwiſchen den Temperaturen beider Öfen Statt gefunden haben mögen. Der Luftſtrom mußte offenbar die Temperatur derjenigen Thons, der der Luft ausgeſetzt war, herabſtimmen. Man könnte dieſes leicht ausmitteln, wenn man die Kohäſion der Puzzolanen und die Verminderung des Volums, welche ſie durch Brennen erleiden, beſtimmen würde. Obgleich wir nun die eigentliche Urſache dieſes Verhaltens nicht kennen, ſo ſind nichts deſto weniger dieſe Beobachtungen in Beziehung auf die Anwendung im Großen ſehr nützlich.

Römiſches Cäment.

1355. Wir wollen nun zur Betrachtung der merkwürdigſten Kalkvarietät übergehen, nämlich derjenigen, welche

die unter dem Namen von Cäment bekannte Maſſe liefert. Es verdient dieſe Kalkart eine ganz beſondere Beachtung, wie man dieß aus den ihr ausſchließlich zukommmenden Eigenſchaften erſieht. Das, was wir im Nachfolgenden darübermittheilen, wurde aus Berthiers Abhandlung geſchöpft.

Parker und Wyatts erhielten im Jahr 1796 in London ein Patent auf die Bereitung einer beſondern Art von Kalk, welchen ſie Waſſercäment nannten, und dem ſie in der Folge den Namen römiſches Cäment gaben. Dieſes Unternehmen hatte den ausgezeichnetſten Fortgang und ſpäter entſtanden andere Fabriken dieſer Art, welche gleichfalls mit gutem Erfolg arbeiteten. Gegenwärtig macht man nun in England ungeheure Geſchäfte mit dem römiſchen Cäment: man verſendet große Quantitäten nach Weſtindien; es wird in waſſerdichte Tonnen verpackt, welche auf der Rückreiſe zum Transport des Rums, Zuckers und anderer Kolonialwaaren dienen.

Das Cäment hat die Eigenſchaft gleich dem Gypſe beinahe augenblicklich oder höchſtens nach einer Viertelſtunde zu erhärten, nachdem man es mit Waſſer zu einem etwas dicken Brei angerührt und entweder an der Luft oder im Waſſer ſich ſelbſt überläßt; man hat hierbei nicht nöthig es mit irgend einer andern Subſtanz zu miſchen. Das Waſſer wirkt nicht nachtheilig darauf ein; es erlangt im Gegentheil noch mehr Feſtigkeit, wenn es beſtändig unter Waſſer ſich befindet, als wenn es im Trocknen iſt; ſeine Härte nimmt mit der Zeit zu und kommt bald wenigſtens der des beſten Kalkſteins gleich. Formt man daraus ziemlich große Stücke, ſo nehmen dieſe in wenig Tagen eine ſehr bedeutende Härte an und man bemerkt weder Sprünge noch Riſſe in demſelben; eben ſo wenig findet ein merkliches Schwinden derſelben Statt. Durch dieſe Eigenſchaften wird dieſes Cäment eine höchſt ſchätzbare Maſſe für alle Waſſerbauten, vorzüglich wenn es die Umſtände nicht erlauben, daß man die mit Waſſer erfüllten Räume ausſchöpft, oder wenn das Entleeren von Waſſer mit ſehr großen Koſten verbunden ſeyn ſollte. Man wendet dieſes Cäment auch in London ſehr häufig wie den Gyps zum Bewerfen der Häuſer und zur Mauerung des Grundes großer Gebäude an.

Man gebraucht es ferner mit dem beſten Erfolg, um Mauern trocken zu machen, welche Feuchtigkeit abſorbiren, um Waſſerleitungsröhren in ihren Vereinigungspunkten zu verkitten, um Geſimſe und andere Verzierungen an Gebäuden wieder herzuſtellen. Es erſtarrt dieſes Cäment ſo ſchnell und bindet ſo gut, daß ein paar Steinſtücke mit demſelben zuſammengekittet nach zweitägigem Liegen unter Waſſer leichter ſich zerbrechen, als von einander reißen laſſen.

Es iſt eine beſondere Geſchicklichkeit bei der Anwendung deſſelben nöthig. Erhält es nicht beim Anmachen mit Waſſer die erforderliche Konſiſtenz und breitet man es nicht ſchnell auf den Steinen aus, in deren Zwiſchenräume es ſich feſtſetzt, oder unterbricht man die Arbeit ꝛc., ſo erſtarrt es ungleichförmig; bekommt Riſſe und adhärirt ſehr wenig an den Mauertheilen. Rein wendet man es nur bei ſolchen Gegenſtänden an, welche der Wirkung des Waſſers widerſtehen ſollen; Parker und Wyatts aber empfehlen, es mit feinem eckigem und rein gewaſchenem Sand zu miſchen in dem Verhältniß von 2 Thl. auf 3 Thl. Cäment zur Bereitung der gewöhnlichen Mörtel; von 3 Thl auf 2 Thl. Cäment, um Mauern zu bekleiden, welche der Kälte ausgeſetzt ſind, und von 5 Thl. zu 2 Thl. Cäment zur Begleitung trockner Mauern oder ſolcher, welche der Luft ausgeſetzt ſind. Wendet man es an, um die Zwiſchenräume zuſammengefügter Steine aufs Neue zu verſtreichen, ſo muß man es ſchichtenweiſe auftragen und zwar ſo, daß man jede neue Schicht ſtark andrückt und nicht trocken werden läßt, bis man die folgenden aufträgt.

Das Cäment wird, ſobald es gebrannt iſt, in den Fabriken ſelbſt aufs feinſte pulveriſirt auf einer Mühle, in der zwei vertikal ſtehende Mühlſteine auf einem dritten horizontal liegenden umherlaufen, der ſich auf einem kreisrunden Troge befindet. Der liegende Mühlſtein hat 5 Fuß im Durchmeſſer. Die Läufer haben 4—5′ Durchmeſſer und wiegen wenigſtens zwanzig Zentner. Man beutelt dann das Pulver und verpackt es in gute Fäſſer.

Das Cäment wird noch vor dem Anmachen mit Waſſer mit Sand gemengt. Es löſcht ſich langſam und erwärmt

ſich dabei kaum; Waſſer abſorbirt es wenig und nimmt auch nicht merklich an Volum zu.

Der engliſche Cämentſtein iſt ein ſehr thonhaltiger Kalkſtein von ſehr feinem Korn, hart, feſt, graubraun und nimmt eine ſchöne Politur an. Er wiegt 2,59. Er ſoll ſich in knolligen Maſſen im Mergel finden und ſchließt zuweilen kleine abgerundete, gelbliche, durchſcheinende Stückchen von kryſtalliniſcher Beſchaffenheit ein, welche reiner kohlenſaurer Kalk ſind. Dieſer Cämentſtein kommt an mehreren Punkten Englands, und zwar wie man ſagt, ſehr häufig vor.

Dieſe Kalkſteine werden in continuirlich gehenden Kalköfen mit Steinkohle gleich andern Kalkſteinen gebrannt, allein die Leitung des Feuers erfordert ſehr große Aufmerkſamkeit. Wird das Feuer nicht gehörig gemäßigt, ſo fängt das Cäment an zu ſchmelzen und iſt dann ganz unbrauchbar.

1336. Leſage, Militäringenieur wurde von der Societe d'agriculture et des arts in Boulogne-sur-mer beauftragt die Eigenſchaften einer Kalkart zu unterſuchen, welche man auf dem Lande damals anwendete, und die er ſeinem Bericht vom Floreal im Jahre X Gypscäment nannte. Dieſer Kalk kommt dem engliſchen ganz gleich. Er iſt dicht, feinkörnig, feſt, politurfähig und gelblich-grau gefärbt. Sein ſpezif. Gew. variirt zwiſchen 2,04 und 2,19. Man fand ihn nur unter den Geſchieben am Ufer des Meeres. Seit langer Zeit hat man aufgehört ihn zu ſammeln, weil er zu ſelten vorkommen ſoll. Die Küſte bietet jedoch bedeutende Maſſen dar und zwar von der Größe einer Unze bis zu zwanzig Zentner, die in ſchwarzen Thonlagern vorkommen, welche die ſteilen Küſtenabhänge bilden. Dieſe Thonlager von Zeit zu Zeit durch die Wogen unterminirt, ſtürzten zuſammen und die zu ſchweren Knollen blieben dann am Ufer liegen. Es wäre ſehr wichtig dieſes Lager aufs Neue zu unterſuchen. Zwiſchen den Geſchieben von Boulogne und dem engliſchen Cämentkalkſtein exiſtirt die vollkommenſte Ähnlichkeit. Auch in den boulogner Steinen finden ſich die kryſtalliniſchen Ausſonderungen von reinem kohlenſaurem Kalk, der in den Spalten inkruſtirt zu ſeyn ſcheint. Mehrere dieſer Geſchiebe bieten auf ihrer Oberfläche eine

Kruſte von roſenrothem Eiſenoxyd dar. Man ſtellte früher Verſuche mit dieſen Kalkſteinen auf dieſelbe Weiſe an, wie er in England behandelt wird und formte Röhren und Gefäße daraus, welche waſſerdicht waren und ſelbſt eine gewiſſe Politur annehmen. Dieſe Gegenſtände veränderten ſich weder an der Luft noch im Waſſer.

Zuſammenſetzung des Cämentkalkſteins.	Engliſcher Stein nach Berthier.	Stein von Boulogne nach Drapier.
Kohlenſaurer Kalk	65,8	61,6
— — Magneſia . . .	0,5	. . .
— — Eiſenoxydul . .	6,0	6,0
— — Mangan	1,6	. . .
Kieſelerde	18,0	15,0
Thonerde	6,6	4,8
Eiſenoxyd	. . .	3,0
Waſſer	1,2	6,6
Kalk, welcher aus obigen Kalkſteinen bereitet wurde.		
Kalk	55,4	54,0
Magneſia	. . .	. . .
Thon	36,0	31,0
Eiſenoxydul	8,6	15,0

1337. Clapeyron hat in Rußland einen zu Cäment tauglichen Kalkſtein aufgefunden. Er kommt in einer mächtigen Kalkformation mit horizontalen Bänken vor, deren untere Theile chloritiſch ſind, und die auf quartzigem und glimmerigem Sand ruht. Als derſelbe beauftragt war, Verſuche über die Bereitung des Mörtels zu machen, welcher zum Bau der Schleuſen in Schlüſſelburg verwendet werden ſollte, ſo entdeckte er den Cämentſtein in den Waſſerfällen von Wolkoſt. Es iſt derſelbe gleich den vorigen ein ſehr thonhaltiger Kalkſtein, der beim Brennen einen Kalk giebt, welcher unter Waſſer ſehr gut ſteht, und der ungefähr zuſammengeſetzt iſt aus:

Kalk	62
Kieſelerde	19
Thonerde	19
	100

Um das ruſſiſche Cäment anzuwenden, pulveriſirt man es wie das engliſche und löſcht es in dem Augenblick, wo man daſſelbe gebrauchen will. Wird es unmittelbar nach dem Löſchen unter Waſſer getaucht, ſo erhärtet es etwas weniger ſchnell als das engliſche, erlangt aber in kurzer Zeit eine noch größere Härte.

1338. Endlich fand Lacordaire, ein Bergingenieur, ein römiſches Cäment in Burgund, das man jetzt in Paris zu gebrauchen anfängt. Sehr zu wünſchen wäre es, daß zweckmäßig geleitete Unterſuchungen an verſchiedenen Punkten angeſtellt würden, um Cäment oder doch wenigſtens hydrauliſchen Kalk, der ſich demſelben nähert, aufzufinden.

In Folge des Berichts, welchen Mallet der Societé d'Encouragement zu Paris abſtattete, beſitzt dieſes Cäment nicht nur alle Eigenſchaften des römiſchen Cämentes, ſondern ſcheint in mancher Hinſicht noch vor dem engliſchen Cäment den Vorzug zu verdienen. Dieſe wichtige Entdeckung kann den wichtigſten Einfluß auf die großen Waſſerbauten üben. Es iſt wohl kein Zweifel, daß eine Subſtanz, deren Zuſammenſetzung ſo einfach iſt, ſich nicht auch in andern Ländern finden kann. Deshalb iſt es von äußerſter Wichtigkeit dieſelbe eifrig aufzuſuchen, da hierdurch eine außerordentliche Verbeſſerung in dieſem Theil der Baukunſt bezweckt werden kann. Folgende Kalkſteine, welche von Berthier analyſirt wurden, ſind der Beachtung der Baumeiſter zu empfehlen und verdienen im Großen probirt zu werden, obgleich ihnen die Dichtigkeit mangelt, welche bei dieſen Steinen erforderlich zu ſeyn ſcheint.

Zuſammenſetzung der Kalkſteine.	1.	2.	3.	4.
Kohlenſaurer Kalk	0,758	0,666	0,580	0,630
— — Magneſia .	. . . .	. . . .	0,060	0,040
Kieſelſäure { Kieſelſäure .	. . . .	. . . .	. . . .	0,140
Magneſia { Magneſia . .	. . . .	. . . .	. . . .	0,070
Thon { Kieſelſäure	0,164	0,334	0,334	0,060
Thon { Thonerde	0,070			
Thon { Eiſenoxyd	0,008			
Waſſer	. . . .	. . . .	0,026	0,050
Kalk, welcher aus obigen Kalkſteinen bereitet wurde.				
Kalk	0,640	0,530	0,471	0,547
Magneſia	. . . .	. . . .	0,045	0,137
Kieſelerde	. . . .	. . . .	. . . .	0,218
Thon	0,360	0,471	0,484	0,103

1.) Flötzkalk aus der Umgegend von Nevers (Nièvre) auf der Straße von Château-Chinon; dicht, gelblich grau, nicht ſehr hart und von erdigem Bruch.

2.) Mergelkalk, welcher den Ocher von Pourain (Yonne) begleitet; dicht, weißlich, ebenen Bruch, wenig erdig.

3.) Mergelkalk von der Süßwaſſerformation von Pont-du-Château (Puy de Dôme); dem Vorigen ſehr ähnlich.

4.) Mergelkalk von Argenteuil bei Paris; dicht, gelblich weiß, weich und ſehr leicht. Er gelatinirt mit Säuren.

1339. In dem Falle, wenn man ſich keinen zur Bereitung des Cämentes geeigneten Kalkſtein verſchaffen kann, ſo würde man wahrſcheinlich leicht im Stande ſeyn, ſich daſſelbe künſtlich wie den gewöhnlichen hydrauliſchen Kalk zubereiten. Berthier ſchlägt vor, einen Theil ordinären ſandfreien, plaſtiſchen Thon und zwei Theile Kreide dem Volum nach oder dritthalb Theile Kreide dem Gewicht nach zu nehmen. Dieſe Stoffe müſſen in dieſem Verhältniß gemiſcht einen hydrauliſchen Kalk geben, der ebenſo ſchnell unter dem Waſſer ſteht, als das engliſche Cäment. Berthier bemerkt zugleich mit

Recht, daß es nicht wahrſcheinlich ſey, daß dieſe Gemenge einen hydrauliſchen Kalk liefern würden, welcher die Härte und Feſtigkeit des natürlichen Cämentes annehmen würde. Dieſe Eigenſchaften hängen ganz gewiß nicht ſowohl von der chemiſchen Miſchung als von dem Dichtigkeitszuſtand ab. Die hydrauliſchen Kalke löſchen ſich nicht, ohne ihr Volum zu ändern; je dichter ſie ſind, und je leichter demnach ihre kleinſten Theilchen ſich feſt an einander reihen, deſto weniger zieht ſich die Maſſe beim Erſtarren zuſammen. Es werden deshalb die künſtlich bereiteten Gemenge ſtets leichter als die natürlichen Steine ſeyn. Die Cämentkalkſteine von Boulogne, Rußland und von Burgund verdanken ohne Zweifel ihre vortrefflichen Eigenſchaften zum Theil ihrer Dichtigkeit und ihrer geſchloſſenen Textur.

Hydrauliſche oder Waſſermörtel. (Mortiers hydrauliques.)

1340. Es wurde weiter oben erwähnt, wie das Feſtwerden der Mörtel mit fettem Kalk Statt findet, und wir kennen bereits auch die Rolle, welche die Puzzolanen ſpielen; es iſt demnach wenig mehr hinſichtlich der hydrauliſchen Mörtel hinzuzufügen; wir machen deshalb nur noch einige Bemerkungen.

Vicat nimmt als Haupturſache des Feſtwerdens der Mörtel eine beſondere Wirkung an, welche der Kalk auf die angewandten kieſelhaltigen Stoffe ausübe. Letztere theilt er ein, in Kieſelſand, in Puzzolanen, welche die Schwefelſäure nicht angreift und in Puzzolanen, welche von den Säuren angegriffen werden. Seiner Anſicht zufolge äußert der fette Kalk nur auf die kieſeligen Stoffe der zweiten Art eine chemiſche Wirkung, während die hydrauliſchen Kalke zu ſämmtlichen Zuſchlägen, beſonders aber für die der erſten Art eine ſehr bedeutende Verwandtſchaft beſitzen.

John nud Berthier glauben im Gegentheil, daß der Sand, welchen man mit dem Kalkbrei behufs der Mörtelbereitung miſcht, ſich ganz paſſiv verhalte. Der Ätzkalk greift auch wirklich weder den Quarz, noch irgend eine an-

dere Steinſubſtanz an. Eine ſolche Verſchiedenheit der Meinungen ſo ausgezeichneter Männer, iſt ein hinlänglicher Beweis, daß man noch nicht genug Thatſachen kennt, um dieſen Gegenſtand genügend erklären zu können.

1341. Nach Vicat nimmt der Widerſtand, den ein Prisma von Gyps oder Thon leiſtet, ſchnell ab, wenn man immer mehr Sand mit demſelben vermengt. Ein ſolches Prisma, welches beim Zerreißen einen Widerſtand gleich 38 leiſtet, zeigt beim Vermengen mit Sand nur einen von 20. Dieß iſt ganz im Einklange mit den früher aufgeſtellten Anſichten.

Man nehme aber hydrauliſchen Kalk und forme daraus Prismen, welche man der Luft ausſetzt. Wird ihr mittlerer Widerſtand durch 20 ausgedrückt, ſo läßt ſich derſelbe durch zugefügten Sand auf 77 ſteigern. Derſelbe Kalk im Hydratzuſtand unter feuchter Erde aufbewahrt, zeigt 40, aber mit Sand gemengt wird ſein Widerſtand bis auf 55 ſteigen. Es erleidet demnach keinen Zweifel, daß der zugefügte Sand die Kohäſion des fetten Kalkes vermindert, im Gegentheil aber die des hydrauliſchen Kalkes innerhalb gewiſſer Grenzen vermehrt.

Einerſeits ſcheinen die von Vicat aufgefundenen Thatſachen nicht beſtritten werden zu können, und andererſeits ſind aber auch die Anſichten Johns und Berthiers ganz übereinſtimmend mit den bekannten Umſtänden, welche die Verbindungen entweder begünſtigen oder verhindern. *)

*) Über den im vorhergehenden Kapitel abgehandelten Gegenſtand iſt ganz neuerdings erſt von Herrn Akademiker Fuchs eine höchſt intereſſante Abhandlung (S. Erdmanns Journal f. tech. und ökonomiſche Chemie Bd. 6 S. 1) erſchienen, welche ſowohl über die Theorie der Mörtelbildung die wichtigſten Aufſchlüſſe, als auch in praktiſcher Hinſicht die werthvollſten Thatſachen und Angaben enthält. Da Herr Dumas davon noch keine Erwähnung macht, ſo heben wir das Weſentlichſte daraus hervor und theilen es in folgendem Zuſatz mit, indem wir übrigens zugleich auf die Orginalabhandlung verweiſen müſſen, und ſolche Jedem, den dieſer hochwichtige Gegenſtand näher intereſſirt, durchzuleſen dringend empfehlen. A. u. E.

Zuſatz zu dem achten Kapitel des fünften Buches aus „J. N. Fuchs Abhandlung über Kalk und Mörtel“ entnommen.

Fuchs beginnt ſeine Abhandlung mit der Betrachtung des chemiſchen Verhaltens derjenigen Stoffe, welche zur Bildung des Mörtels erforderlich ſind, und unterſucht daſſelbe vorzüglich in Beziehung auf jene Körper, welche beſtändig damit in Berührung kommen, ſehr genau.

Kalk. Bisher glaubte man der gebrannte Kalk könne an der Luft nach und nach ſeine Kohlenſäure wieder aus jener vollſtändig anziehen; dieß iſt jedoch nicht der Fall. 170 Gran isländiſcher Kalkſpath wurde gar gebrannt, und hatte dadurch 74,7 Gran an Gewicht verloren. Er wurde nun der Luft ausgeſetzt und vermehrte nach und nach ſein Gewicht wieder bis er endlich nach 14 Monaten, wo keine Gewichtszunahme mehr Statt fand, 157,4 Gran wog. Es hatte ſich derſelbe in eine Verbindung verwandelt, welche in 100 Thl. enthielt: 60,70 Kalk, 24,76 Kohlenſäure und 14,54 Waſſer. Der Kalk wird durch gelindes Glühen nur in baſiſch-kohlenſauern Kalk verwandelt, welcher noch 28 Prozent Kohlenſäure zurückhält. Selbſt der ſchon völlig entkohlenſäuerte Kalk zwiſchen rothglühende Kohlen gelegt, wird wieder ein baſiſches Salz. Dieſer halb gebrannte Kalk braußet mit Säuren und erhitzt ſich dabei, löſcht ſich aber nicht wie der gebrannte, ſondern bleibt feſt. Wird derſelbe pulveriſirt, und mit Waſſer zu einem Teig angemacht, ſo zieht er ſtark an und gewinnt ſehr an Konſiſtenz.

Zur Mörtelbereitung eignet ſich der auf gewöhnliche Weiſe d. h. durch Begießen mit Waſſer gelöſchte Kalk am beſten, weil derſelbe eine ganz gleichförmige Breimaſſe bildet.

Der Kalkbrei hält das Waſſer ſehr ſtark zurück und zwar um ſo ſtärker, je feiner und weniger körnig er iſt. Frei getrocknet bekommt er Riſſe, trocknet derſelbe aber bei abgehaltener Luft und im zuſammengedrückten Zuſtand, ſo wird das Kalkhydrat faſt ſo hart wie Marmor.

Beim Löſchen erhitzt ſich der kryſtalliſirte gebrannte Kalk ſchneller und beſſer als der dichte, und liefert auch wegen der Temperaturerhöhung nie eine feine, ſondern mehr körnige Maſſe.

Magneſiagehalt macht den Kalk nicht mager; Dolomit, der 42 Prozent Magneſia enthält, giebt noch ziemlich fetten Kalk. Auch Eiſen- und Manganoxyd enthaltender Kalkſtein giebt noch ziemlich fetten Kalk, obgleich dieß früher beſtritten wurde. Iſt der reine kohlenſaure Kalk nicht ſtark genug gebrannt, ſo zeigt er ſich ebenfalls mager beim Löſchen.

Verhalten der Kieſelerde zum Kalk. Es iſt bekannt, daß die Kieſelerde ſich gegen den Kalk wie eine Säure verhält, aber auch nur als ſchwache Säure, denn auf naſſem Wege wird ſie ſchon durch die Kohlenſäure zerſetzt. Was ihr an Stärke abgeht, erſetzt ſie jedoch durch die Tendenz cohärente Verbindungen zu bilden, und daher

kommt es, daß Kieſelerdeverbindungen wie z. B. Glas, Feldſpath ꝛc. ſelbſt nicht durch ſtarke Säuren zerſetzt werden. In dieſer Beziehung iſt aber das Verhalten der verſchiedenen kieſelhaltigen Mineralien auch verſchieden und wahrſcheinlich von ihrer Kohärenz abhängig. Es können alſo nur diejenigen Silikate durch Säuren zerſetzt werden, deren Kohärenz einen gewiſſen Grad nicht überſteigt. Unter dieſen Silikaten giebt es wieder ſolche, welche ſich ſogar gänzlich in Salzſäure oder Salpeterſäure auflöſen, allein die aufgelöſte Kieſelerde ſcheidet ſich bald wieder aus der Auflöſung als Kieſelgallerte ab.

Zuweilen kann die Kohärenz ſolcher kieſelhaltiger Mineralien, welche Säuren nicht direkte angreifen, durch Glühen mit Alkalien oder alkaliſchen Erden vermindert werden; ſo kann z. B. ein Thonerdeſilikat (Thon) durch Glühen mit Ätzkalk oder ſelbſt mit kohlenſauern Kalk aufgeſchloſſen und für die Einwirkung der Säuren zugänglich gemacht werden. Aus dieſem Grunde wird auch der Thon des Mergels ſchon durch gehöriges Glühen aufgeſchloſſen, ſo daß er mit Säuren eine Gallerte bildet.

Der Quarz, Opal und die chemiſch präperirte Kieſelerde werden durch Glühen mit Kalk in den Zuſtand verſetzt, daß ſie ſich mit dem Kalk zugleich in Säuren auflöſen und eine Gallerte bilden.

Die Kohärenz der Kieſelerde vermindert ſich ſchon auffallend bei mehreren Silikaten, wenn ſie für ſich geglüht werden; deshalb ſind viele Kieſelverbindungen nach dem Glühen in Säuren auflöslich, welche vorher nicht dadurch angegriffen werden, z. B. Prehnit, Zoiſit, Veſuvian ꝛc. Manche nehmen aber auch durch Glühen an Kohärenz zu, während andere dadurch gar nicht verändert werden.

Verhalten des Kalks zur Kieſelerde und zu den Silikaten auf naſſem Wege. Fuchs überzeugte ſich durch viele Verſuche, daß der Kalk auf naſſem Wege mit der Kieſelerde und vielen Silikaten, ſelbſt mit ſolchen, die ſchon eine beträchtliche Menge Kalk enthalten, Verbindung eingeht, und ſie gewiſſermaſſen aufſchließt. Ein Beweis dafür findet ſich in dem Verhalten gewiſſer, für ſich nicht gelatinirender Silikate, welche ſo wie die Kieſelerde ſelbſt, auf einem gewiſſen Grade der Kohärenz mit Säuren eine Gallerte bilden, wenn ſie mit Kalk gemengt eine Zeitlang im Waſſer gelegen haben. Ein untrügliches Kennzeichen dieſer Wechſelwirkung zwiſchen dem Kalk und der freien oder verbundenen Kieſelerde iſt, daß dieſe Gemenge an Konſiſtenz zunehmen und zwar um ſo mehr, je länger ſie im Waſſer liegen.

Die Zunahme der Konſiſtenz iſt oft ſchon nach 2—3 Tagen, ja bisweilen nach 24 Stunden ſehr bemerkbar; dagegen zeigt ſich das Gelatiniren mit Säuren gewöhnlich erſt nach mehreren Wochen und in einzelnen Fällen vergehen ſogar Monate, bis man dieſen Verſuch mit ſicherm Erfolg machen kann. Bei dieſen Verſuchen müſſen die Mineralien

fein pulveriſirt ſeyn; man mengt ſie dann innig mit ebenfalls fein gepulverten ungelöſchten Kalk, von welchem man nicht zu viel nehmen darf, wenn die Proben ſogleich in Waſſer ſtehen ſollen. Das Gemenge wird mit Waſſer zu einem nicht zu dünnen Brei angerührt und damit die Theile ſchneller und kräftiger auf einander wirken, zwiſchen Löſchpapier etwas zuſammengedrückt. Durch die Wärme ſcheint dieſer Prozeß befördert zu werden. Iſt die Kieſelerde bereits mit Baſen ſehr geſättigt, ſo kann der Kalk keine ſtarke Wirkung mehr darauf äußern; nur dann möchte eine Ausnahme Statt finden, wenn zugleich viel Thonerde vorhanden iſt, weil dieſe gegen den Kalk zum Theil ſelbſt als Säure auftritt und ſich damit chemiſch verbindet. Das Ausglühen der Silikate iſt in der Regel für dieſen Prozeß ſehr vortheilhaft, vermuthlich weil dadurch der gehörige Kohärenzzuſtand der Kieſelerde herbeigeführt wird.

Verſuche dieſer Art wurden nun angeſtellt mit Quarz, Opal, reiner Kieſelerde, gebranntem Thon, mit Bimsſtein, Pechſtein und andern theils geglühten, theils ungeglühten Mineralien, welche ſämmtlich mit 1/3 — 1/6 Kalk gemengt unter dem Waſſer erhärteten. Enthielten die angewendeten Mineralien Alkalien, ſo ſchieden ſich dieſe auch zum Theil durch die Einwirkung des Kalkes aus. Vielleicht ließe ſich dieſe Eigenſchaft benützen, um aus denſelben die Alkalien entweder ganz oder theilweiſe abzuſcheiden und ſo vortheilhaft im Großen zu gewinnen; hierzu dürfte ſich vielleicht der Klingſtein eignen.

Aus Fuchs Verſuchen geht ferner hervor, daß auch die Bittererde in Verbindung mit Kalk z. B. als gebrannter Dolomit auf gleiche Weiſe gegen die Silikate ſich wie der reine Kalk ſelbſt verhält; auf präparirte Kieſelerde und auf gebrannten Thon war ſelbſt die Wirkung noch kräftiger.

Von der Bittererde darf man übrigens keine Wirkung auf den Kalk erwarten, da ſie ſelbſt baſiſcher Natur iſt. Daſſelbe gilt auch von vielen andern Salzbaſen, namentlich von dem Eiſen- und Manganoxyd.

Das beſchriebene Verhalten der Kieſelerde zum Kalk iſt äußerſt merkwürdig, weil beide Körper nicht im flüſſigen Zuſtand ſind und doch ſo kräftig chemiſch auf einander einwirken. Bei dem Cämentationsprozeß finden ähnliche Erſcheinungen Statt und man könnte dieſe Einwirkung des Kalkes auf die Kieſelerde unter beſagten Umſtänden füglich die naſſe Cämentation nennen.

Mörtel. Bei der Mörtelbereitung wird dem Kalk ſtets ein Zuſatz gegeben, der Zuſchlag heißt. Man könnte den Kalk den poſitiven und den Zuſchlag den negativen Faktor des Mörtels nennen. Von der Qualität und Quantität dieſer beiden Faktoren hängt hauptſächlich die Beſchaffenheit des Mörtels ab. Man unterſcheidet mechaniſchen und chemiſchen Mörtel; bei jenem verbindet ſich der

Kalk mit dem Zuſchlag durch die Adhäſionskraft, bei dieſem durch chemiſche Anziehungskraft. Der Erſtere wird **Luftmörtel**, der Zweite **Waſſermörtel** oder **hydrauliſcher Mörtel** genannt. Bisweilen werden beide in der Praxis vortheilhaft vereinigt und dieſes Gemenge kann man ſodann **Doppelmörtel** nennen. Der Zuſchlag zum Waſſermörtel muß von der Art ſeyn, daß der Kalk chemiſch darauf einwirken kann, und dieſer wird dann **Cäment** oder **chemiſcher Zuſchlag** genannt.

Der Kalk darf bei Bereitung des Mörtels nie im Übermaaß angewendet werden, und zwar um ſo weniger, je feiner und reiner er iſt. Gegen dieſe Hauptregel wird ſehr oft gefehlt und die meiſten Widerſprüche bei Beurtheilung der relativen Güte des Mörtels ſind daher enſtanden, daß man hierauf nicht immer gehörig Rückſicht genommen hat.

Luft-Mörtel. Derjenige Mörtel, welcher für Bauwerke beſtimmt iſt, die auf trocknem Boden aufgeführt werden und der blos der Luft ausgeſetzt bleibt, heißt Luftmörtel oder gemeiner Mörtel. Er gehört zu dem mechaniſchen Mörtel, wenn nicht der dazu verbrauchte Kalk zufällig etwas Cäment enthält. 1 Gewichtstheil von dem auf gewöhnliche Weiſe gelöſchten Kalk und 6 Gewichtstheile Zuſchlag möchte ein richtiges Miſchungsverhältniß geben. Viel kommt jedoch dabei auf die phyſiſche Beſchaffenheit des Zuſchlags und auf die Natur des Kalkes an. Vom Kalk wird um ſo weniger erfordert, je fetter er iſt, denn jedes mechaniſche Bindemittel z. B. der Leim bindet um ſo beſſer, je dünnere Lagen er bildet, und je mehr die zu verbindenden Theile einander genähert ſind. Auch der gebrannte Dolomit liefert guten Mörtel.

Als Zuſchlag braucht man zum Luftmörtel gewöhnlich nur Sand, als Quarzſand, Feldſpathſand, Kalkſand und Gemenge dieſer Sandarten. Die Erfahrung hat gelehrt, daß nicht etwa blos Quarzſand, ſondern auch Kalkſand ſehr guten mechaniſchen Mörtel liefert. Nachtheilich iſt für den Mörtel, wenn der Sand mit organiſchen oder humusartigen Stoffen verunreinigt iſt. Man muß dann den Sand entweder waſchen oder beſſer noch, brennen. Die Form der Sandkörner hat keinen Einfluß, aber die Größe des Korns iſt einer der wichtigſten Punkte. Weder zu grober noch zu feiner Sand liefert ein erwünſchtes Reſultat; es muß ſtets grober und feiner Sand in mehreren Abſtufungen vorhanden ſeyn, wenn eine feſt verbundene Maſſe erzeugt werden ſoll. Ganz grober Sand kann jedoch eher entbehrt werden als der feine.

Das bei der Mörtelbereitung anzuwendende Waſſer muß frei von Salzen ſeyn, weil es ſonſt zur Entſtehung von ſaliniſchem Mauerfraß giebt; enthält es z. B. Kochſalz, ſo wittert aus den Mauern kohlenſaures Natron aus. Am beſten iſt es daher Regenwaſſer oder in Ermanglung deſſen Flußwaſſer zu nehmen.

Zuſchläge von poröſen Subſtanzen, welche das Waſſer blos einſaugen, ohne es chemiſch zu binden, oder in den ſtarren Zuſtand überzuführen, wie z. B. Kohle oder Knochenerde ſchaden nur der Qualität des Mörtels. Verbeſſert aber kann derſelbe werden, entweder durch einen feinen mechaniſchen oder chemiſchen Zuſchlag (Cäment). Fein pulveriſirte feſte und dichte Körper, als Marmorpulver, Quarzpulver, ſelbſt pulveriſirter Sand wirken vortheilhaft auf die Haltbarkeit und Feſtigkeit des Mörtels ein, man darf aber dann beim Anmachen des Mörtels nicht zuviel Waſſer nehmen, weil ſonſt das feine Pulver ſich wie beim Schlämmen von den gröbern abſondert.

Noch mehr kann der Mörtel durch ein Cäment, oder was daſſelbe leiſtet durch Zuſatz von thonhaltigen oder magern Kalk verbeſſert werden, wodurch ein Doppelmörtel gebildet wird. Ein ſolcher Mörtel eignet ſich beſonders gut zum Anwurf der Wetterſeite von Gebäuden, zu Terraſſen, Fundamenten, Kellern ꝛc. Die Gebäude werden dadurch nicht allein vorzüglich feſt, ſondern auch das Aufſteigen der Feuchtigkeit in den Mauern wird verhindert, wenn die Grundmauer mit ſolchem Mörtel aufgeführt wird. Es können dadurch die Bleiplatten erſpart werden.

Sehr nachtheilig für den Mörtel, vorzüglich für den Doppelmörtel iſt zu ſchnelles Austrocknen, daher iſt es in warmen Sommertagen, wenn es lange nicht regnet, nicht nur ſehr gut, ſondern ſogar nothwendig, die friſchen Mauern öfters mit Waſſer zu beſpritzen, wenn man will, daß ſie ſolid werden ſollen.

Der Zuſammenhalt des mechaniſchen Mörtels wird lediglich bewirkt durch das an den Theilen des Zuſchlags erhärtende Kalkhydrat, an welche es durch die Adhäſionskraft feſt angedrückt wird.

Es bildet ſich zugleich immer kohlenſaurer Kalk und unter gewiſſen Umſtänden kann nach und nach das Waſſer ſogar ganz entweichen und durch Kohlenſäure erſetzt werden, allein dieß erfolgt nur ſehr langſam und verändert wahrſcheinlich nichts im phyſiſchen Zuſtande des Mörtels. War zuvor das Kalkhydrat kompakt, ſo wird auch ein kompakter kohlenſaurer Kalk entſtehen; war es aber locker, ſo wird auch nur eine lockere kohlenſaure Verbindung erzeugt werden können.

Waſſermörtel. Man verſteht darunter diejenige Art von Mörtel, welche unter Waſſer gut anzieht, darin nach und nach ſteinhart und für daſſelbe undurchdringlich wird. Er kommt im Weſentlichen mit den im Waſſer erhärtenden Produkten überein, welche der Kalk mit Kieſelerde und verſchiedenen Silikaten bildet, und jene ſind eigentlich nichts anderes als reiner hydrauliſcher oder chemiſcher Mörtel. Seine beiden Hauptfactoren ſind Kieſelerde und Kalk, welche unter dem Einfluſſe des Waſſers chemiſch auf einander wirken. Die Kieſelerde aber kann zum hydrauliſchen Mörtel nie unmittelbar in Anwendung kommen, weil ſie in dem Zuſtande, wie ſie in der Natur gewöhnlich für ſich wie

z. B. im Quarz vorkommt, zu kohärent iſt, als daß der Kalk auf naſſem Wege merklich darauf einwirken könnte. Ihre Stelle müſſen daher ſolche Silikate vertreten, welche häufig in der Natur vorkommen und ſo beſchaffen ſind, daß der Kalk entweder geradezu darauf einwirken kann, oder daß ſie leicht durch Brennen in dieſen Zuſtand verſetzt werden können. Dieſe Körper heißen Cämente oder chemiſche Zuſchläge. Der magere Kalk enthält ſchon Cäment und der Mörtel bisweilen mehr davon als nöthig iſt. Noch weiß man nicht, wie die Cämente chemiſch konſtituirt ſeyn müſſen, um die beſten Dienſte zu leiſten. Bei denjenigen, welche viel Thonerde enthalten tritt wahrſcheinlich dieſe Erde mit als negativer Faktor auf. Sollte vielleicht auch Eiſen und Manganoxyd eine Rolle dabei ſpielen, ſo ſind ſie wie auch die Magneſia poſitive Factoren und ſtehen alſo dem Kalk zur Seite. Bei dieſen Metalloxyden wird übrigens auch viel auf ihre Oxydationsſtufe ankommen und es wird einen bedeutenden Unterſchied in ihrer Wirkſamkeit begründen, ob ſie entweder im Kalk vorhanden oder in dem Cäment ſchon chemiſch gebunden ſind, und je nachdem dieſes viel oder wenig von andern kräftigern Baſen enthält. Eine wichtige Rolle ſpielt zuweilen der baſiſch-kohlenſaure Kalk, wodurch das Anziehen ſehr befördert wird, und wozu auch der Gyps, welcher ſich manchmal unter den Beſtandtheilen findet, etwas beizutragen ſcheint. Einen großen Einfluß hat hierauf auch die phyſiſche Beſchaffenheit des Kalks und Zuſchlags, die Bereitungsart und Waſſermenge, welche dabei angewendet wird, und vorzüglich das quantitative Verhältniß von Kalk und Zuſchlag. Je feiner der Kalk und Zuſchlag zertheilt ſind, je inniger ſie gemengt werden, und je weniger Waſſer dazu genommen wird, deſto ſchneller zieht der Mörtel an. Am meiſten werden die Reſultate durch das quantitative Verhältniß abgeändert. Ein Übermaß von Kalk macht, daß ſich der Mörtel im Waſſer zertheilt; iſt aber nicht gar zu viel Kalk vorhanden, ſo zieht er ſpäter doch wieder an und erlangt oft eine beträchtliche Feſtigkeit, wenn das Cäment von guter Beſchaffenheit iſt. Sparſame Anwendung des Kalks iſt demnach auch hier wie bei dem mechaniſchen Mörtel zu empfehlen. Gewöhnlich werden dem hydrauliſchen Mörtel zur Vermehrung der Maſſe auch mechaniſche Zuſchläge, feiner oder grober Sand ꝛc. beigegeben und ſo ein Doppelmörtel gebildet.

Sehr guter Waſſermörtel läßt ſich darſtellen mit fettem Kalk und verſchiedenen in Maſſen vorkommenden Silikaten. Zu dieſen gehört vorzüglich der Thon, der gelinde gebrannt, ein mehr oder weniger gutes Cäment abgiebt. Je feuerfeſter er iſt und je weniger Eiſenoxyd er enthält, deſto beſſer eignet er ſich zu Cäment. Ein geringerer Eiſengehalt ſchadet ihm jedoch nicht, je höher aber derſelbe ſteigt, deſto langſamer bindet er mit dem Kalk, giebt aber oft zuletzt doch ein ziemlich feſtes Produkt. Von vorzüglicher Qualität

iſt der Thon von Abensberg (Iſarkreis), welcher nur 5—6 Prozente Eiſenoxyd enthält. Wird derſelbe ſchwach gebrannt, dann fein gemahlen und mit Kalk im Verhältniß wie 4:1 oder noch beſſer wie 5:1 gemengt und mit der nöthigen Menge Waſſers gut durcheinander gearbeitet, ſo liefert er eine ſehr feine und höchſt bildſame Maſſe, welche ſogleich im Waſſer ſteht und nach 14 Tagen ſo feſt wird, daß ſie nur mit Mühe vom Fingernagel Eindrücke annimmt. Es laſſen ſich damit die kleinſten Fugen zwiſchen den Steinen ausſtreichen und Waſſerbehälter viel dauerhafter waſſerdicht machen, als mit andern viel koſtſpieligern Kittmaſſen. Die Stelle des Thons können vertreten: gebrannter Thonſchiefer, Baſalt, Wacke ꝛc., die aber auch, als ſehr verſchieden chemiſch zuſammengeſetzte Körper, Cämente von verſchiedener Güte abgeben. Auch Scherben von Töpfergeſchirr, unbrauchbar gewordene Porzellancapſeln, zerbrochene Dachziegel und Backſteine geben Cämente, müſſen aber zuvor ſehr fein gemahlen werden.

Längſt bekannt als gute Cämente ſind der Traß und die Puzzolane, die nichts weiter als gebrannte Thonarten ſind; allein auch dieſe ſind hinſichtlich ihrer Güte verſchieden. Der gemeine Opal und der Pechſtein von Meiſſen in Sachſen würden ebenfalls einen guten Waſſermörtel geben, wenn man ſie als feines Pulver anwendete. Ein gutes natürliches Cäment liefert auch der Traß von Monheim.

Die Prüfung der Cämente hinſichtlich der Güte und des Kalkbedarfs iſt leicht. Der zu prüfende Körper wird fein pulveriſirt, in mehrere Portionen getheilt und jede derſelben mit einer verſchiedenen Quantität Kalk gut gemengt und mit Waſſer zu einem ſteifen Brei angemacht. Dieſem gibt man eine beliebige Form und bringt ihn, wenn er nicht zu weich iſt, ſogleich ins Waſſer; iſt er aber zu weich, ſo muß man ihn eine Zeitlang an der Luft liegen laſſen, oder noch beſſer zwiſchen Löſchpapier auspreſſen. Wenn er nach 24 Stunden nicht zerfallen iſt, ſo kann man darauf rechnen, daß er von Tag zu Tag an Feſtigkeit zunimmt. Zerfällt aber die Probe, ſo iſt deshalb das Cäment noch nicht ſogleich zu verwerfen; ſie zieht oft ſpäter noch an und wird bisweilen noch ſo feſt als andere, welche ſogleich im Waſſer ſtehen. Sollte die Probe langſam anziehen, ſo drückt man beſſer die Maſſe in ein Glas und gießt Waſſer darauf. Oft zerfallen die Proben blos, weil das Pulver zu grob war, oder weil viel oder nicht vollkommen gelöſchter Kalk genommen wurde.

Ein anderes Material zu Waſſermörtel liefert der thonhaltige Kalkſtein oder Mergel, der Kalk und Zuſchlag ſchon in ſich vereinigt. Dieſes Mineral hat gewöhnlich eine aſchgraue Farbe, die ſich zuweilen ins ſchwärzliche, gelbliche oder röthliche zieht. Es iſt vollkommen undurchſichtig, weniger hart als der gemeine Kalkſtein und läßt ſich mit dem Meſſer ſchaben, ja oft ſelbſt mit dem Fingernagel ritzen. Im

Bruche iſt es erdig, bald fein, bald groberdig und im Großen zeigt es ſchiefrige Abſonderung. Angehaucht oder befeuchtet riecht er gewöhnlich ſtark nach Thon. Im ſtarken Feuer ſchmilzt er zu einer ſchlackenartigen Maſſe, iſt aber hinſichtlich der Schmelzbarkeit verſchieden, je nach ſeinem verſchiedenen Thongehalt. Enthält er nur wenig Thon, ſo iſt er ſtrengflüſſig. Mit Säuren brauſet er ſtark und löſt ſich nie ganz in Salz- oder Salpeterſäure auf, indem er immer einen ſchlämmartigen Rückſtand hinterläßt. Er kommt ſehr häufig in den jüngern Gebirgen (Flötzgebirge) vor, wo er ſich theils in mehr oder minder mächtigen Schichten zwiſchen Flötzkalkſtein findet, oder ſelbſt oft bedeutende Berge bildet. Zuweilen findet er ſich auch im aufgeſchwemmten Lande zwiſchen Thon- und Sandſchichten und hat dann oft das Anſehen des Thons. Nicht ſelten kommt er in runden oder plattgedrückten Kugeln vor, die manchmal Gyps, Quarz Schwefelkies ꝛc. und ſelbſt Verſteinerungen einſchließen. Er enthält außer den beiden Hauptgemengtheilen oft kohlenſaures Eiſen- und Manganoxydul; auch kohlenſaure Magneſia ſcheint in ihm faſt nie zu fehlen, und bisweilen iſt ſo viel davon vorhanden, daß man ihn als ein Gemenge von Thon und Dolomit betrachten kann.

Der wichtigſte Unterſchied des Mergels liegt in dem verſchiedenen Thongehalt und in dem verſchiedenen quantitativen Verhältniſſe, in welchem Kieſel und Thonerde im Thon zu einander ſtehen. Das Verhältniß zwiſchen Thon und Kalk iſt im Mergel, weil er ein Gemenge iſt, ganz unbeſtimmt; der Thongehalt beträgt oft an 50 Prozent, fällt aber auch bis zu 10 Prozent und dann bildet der Mergel ſchon den Übergang zum gemeinen dichten Kalkſtein.

Der Thongehalt des Mergels wird gefunden, wenn man eine gewogene Menge von fein pulveriſirtem Mergel mit verdünnter Salz- oder Salpeterſäure ſo lange übergießt, als noch ein Aufbrauſen erfolgt. Iſt dieſes vorüber, ſo filtrirt man die Flüſſigkeit und ſüßt den Bodenſatz gut aus. Derſelbe wird, nachdem er ſcharf getrocknet worden, gewogen und gibt ſo die im Mergel enthaltene Thonmenge.

Wird der Mergel gebrannt, ſo wirkt der Kalk auf den Thon, beide verbinden ſich chemiſch mit einander und der Letztere wird dann ſo aufgeſchloſſen, daß er mit Säuren eine Gallerte bildet. Es kommt ſehr viel auf die Art des Brennens an, wenn man den Mergel in guten hydrauliſchen Mörtel verwandeln will.

Der gebrannte Mergel verhält ſich zum Waſſer ſehr verſchieden. Derjenige, welcher viel Kalk und nur ungefähr 10 Prozent Thon enthält, läßt ſich, wenn er ſtark gebrannt worden, ziemlich gut löſchen, ſteht aber nicht im Waſſer. Schwach gebrannt, pulveriſirt und mit Waſſer angemacht, erwärmt er ſich und gibt eine Maſſe, welche im Waſſer ziemlich feſt wird. Der Mergel von mittlerem Thongehalt, gleichviel ob ſchwach oder ſtark (nur nicht bis zum Schmelzen) gebrannt, erwärmt ſich

mit Waſſer nur, wenn er in Pulverform damit zuſammenkommt, und ſteht nicht nur ſehr gut im Waſſer, ſondern wird in kurzer Zeit darin ſteinhart. Er iſt der Regel der beſte. Steigt der Thongehalt des Mergels über 30 Prozente, ſo giebt er dann ein im Waſſer ſtehendes und erhärtendes Produkt, wenn er gelinde gebrannt wurde. Es möchte dieſes Verhalten ſich ganz einfach aus den verſchiedenen Zuſtänden des gebrannten Mergels erklären laſſen. Der baſiſch kohlenſaure Kalk, den der ſchwach gebrannte immer enthält und der beim Zutritt des Waſſers in eine Verbindung von Kalkhydrat und kohlenſauren Kalk (Hydrocarbonat) umgewandelt wird, iſt es, der vorzüglich zu ſeiner Erhärtung beiträgt. Stark gebrannter Mergel von großem Thongehalt hat zu wenig freien Kalk, als daß er gut binden könnte; daraus folgt, daß man den Mergel in der Regel ſchwach brennen muß, wenn man ihn in guten Waſſermörtel umwandeln will.

Enthält der Mergel ſehr viel Thon und hat durch zu ſtarkes Ausglühen die Fähigkeit im Waſſer zu ſtehen verloren, ſo kann man ihn dadurch wieder verbeſſern, daß man ihm etwas Kalk zuſetzt. Es iſt oft ſchon hinreichend, wenn man beim Anmachen ſtatt des Waſſers dünne Kalkmilch anwendet. Enthält er aber viel Kalk, und iſt er ſo ſtark gebrannt worden, daß er ſich löſcht, ſo muß man ihm, wenn er im Waſſer nicht zerfallen und nicht lange zum Anziehen brauchen ſoll, etwas Cäment beigeben. Wenn man verſchiedene Mergelſorten, kalkreiche und kalkarme, nachdem ſie gebrannt und pulveriſirt worden, mit einander mengt, ſo wird man ohne Zweifel auch ſeinen Zweck erreichen.

Nicht alle Mergelſorten, wenn ſie auch gleichen Thongehalt haben und gleich ſtark gebrannt worden ſind, geben gleiche Reſultate; die chemiſche und phyſiſche Beſchaffenheit des Thons, je nachdem er mehr oder weniger Kieſelerde enthält, je nachdem er feiner oder gröber iſt, und vorzüglich die Nebenbeſtandtheile und Gemengtheile des Ganzen haben darauf einen großen Einfluß und ändern die Reſultate ſehr ab. Die Gegenwart von viel Eiſen- oder Manganoxyd iſt dieſem Mörtel ebenſo wenig zuträglich, als dem durch unmittelbare Mengung von gebranntem Thon und Kalk dargeſtellten. Indeß wenn dieſe Oxyde mit Kohlenſäure vereinigt im Mergel vorhanden und nicht ſchon voraus mit dem Thon deſſelben chemiſch verbunden ſind, ſcheinen ſie bei geringem Kalkgehalt des Mergels den Kalk einigermaſſen erſetzen zu können. Ein ſolcher Mörtel zieht aber immer nur ſehr langſam an. Die im Mergel oft vorkommende Magneſia iſt nicht nachtheilig; ebenſo nicht der Gyps, welcher vielmehr das Anziehen ſehr befördert, und ſich durchaus nicht im Waſſer auflöſt. Man kann daher auch ſolchen Mörtel, der im Waſſer zerfällt und ſehr langſam bindet, dadurch daß man ihm beim Anmachen mit Waſſer etwas Eiſenvitriolauflöſung zuſetzt, dahin bringen, daß er ſogleich im Waſſer ſteht und ſchnell anzieht.

Ein ſehr gutes Mittel den hydrauliſchen Mörtel vor dem Zerfallen zu ſchützen und in kurzer Zeit zu einer großen Feſtigkeit zu bringen iſt die Auflöſung des Waſſerglaſes. Überſtreicht man ihn damit, nachdem er zuvor etwas angezogen hat und bevor man das Waſſer darauf wirken läßt, ſo kann ihm das Waſſer nicht das Mindeſte mehr anhaben. Er bekommt eine harte Kruſte, hinter welcher der Kalk und das Cäment ruhig und ungeſtört weiter auf einander einwirken können. Kleine Proben in verdünnte Glasauflöſung gelegt wurden in 2—3 Tagen auf der Oberfläche ſo hart, daß ſie ſich nicht mehr mit dem Fingernagel ritzen ließen. Das Verfahren den Mergel zu prüfen, ob und in wie ferne er zum Waſſermörtel tauglich ſey, iſt folgendes. Man zerſchlägt ihn in Stücke, die nicht über einen Zoll dick ſind und brennt ihn im Tiegel oder was noch beſſer iſt, zwiſchen Kohlen in mittelmäßiger Rothglühhitze 1 1/2—2 Stunden. Die gebrannten Stücken werden dann zu einem feinen Pulver zerrieben, welches man ebenſo behandelt wie das mit Cäment und Ätzkalk bereitete. Die Stücke müſſen durchgebrannt ſeyn, was man leicht an der Gleichheit der Farbe und der Konſiſtenz erkennt. Es iſt auch rathſam, zugleich einen Verſuch auf naſſem Wege zu machen um den Thongehalt zu beſtimmen, weil ſich hiernach einigermaſſen die Behandlung im Feuer richtet.

Da man bei dem mit Mergel darzuſtellenden Waſſermörtel auf die Mitwirkung des baſiſch-kohlenſauern Kalks rechnen muß, ſo darf man das gebrannte Produkt nicht zu lange der Luft ausſetzen, weil ſich durch Anziehung von Waſſer die Verbindung von Kalkhydrat mit kohlenſauern Kalk bildet, und dadurch die Fähigkeit unter Waſſer zu binden zum Theil verloren geht. In feuchter Luft ballt ſich auch das Pulver zuſammen, der Kalk fängt dann auch an auf das Cäment zu wirken, und überhaupt wird da der Prozeß ſchon eingeleitet, welcher erſt im Waſſer beginnen ſoll.

In Baiern kommt ſehr viel Mergel vor, welcher ſich zu Waſſermörtel eignet und womit bereits die gelungenſten Verſuche angeſtellt worden ſind. Gewiß wird man auch in andern Gegenden Deutſchlands nicht vergeblich nach dieſem ſo nützlichen Mineral ſuchen und nach der von Fuchs gegebenen Anleitung leicht zubereiten und anwenden können. Es iſt dieß um ſo wünſchenswerther, weil der aus dem Mergel zu bereitende hydrauliſche Kalk zu mancherlei Zwecken die wichtigſte Anwendung findet. Hierauf machte kürzlich Herr Ingenieur Panzer in Würzburg aufmerkſam, der veranlaßt durch Fuchs Abhandlung im Untermainkreiſe Baierns Mergel aufſuchte und auch an verſchiedenen Orten denſelben von wünſchenswerther Qualität fand. Panzer machte bereits im Großen Anwendung von dem aus gebrannten Mergel bereiteten hydrauliſchen Mörtel und erhielt die beſten Reſultate; es verdienen dieſelben allenthalben gekannt zu ſeyn, damit dieſer für die Baukunſt hochwichtige Gegenſtand recht bald allgemein beherzigt werde.

Wir verweiſen in dieſer Hinſicht auf die Panzer'ſche Schrift: „Anleitung über die Bereitung des Mörtels aus hydrauliſchem Kalke, in Beziehung auf die Auffindung des vorzüglich hierzu ſich eignenden Mergels, ſowie über das Verfahren, welches bei der Anwendung des hydrauliſchen Mörtels, ſowohl bei Landgebäuden, als auch bei Bauten im Waſſer zu beobachten im Wäſſer iſt." Würzburg 1831.

Über dieſen Gegenſtand ſind noch folgende Schriften vorhanden.

Wolfram, vollſtändige Abhandlung über Kalk, Gyps und Mörtel ꝛc. Kulmbach 1813.

John, gekrönte Preisſchrift über Kalk und Mörtel ꝛc. Berl. 1819.

Girard de Caudemberg, Notices sur de nouveaux mortiers hydrauliques qu'on obtient avec les arènes ou sables argileux. Paris 1827.

L. I. Vicat, Resumè des connaissances positives actuelles sur les qualitès, le choix etc. des matèriaux propres à la fabrication des mortiers et ciments calcaires. Paris 1828.

Raucourt de Charleville, Traité sur l'art de faire de bons mortiers, Paris 1828.

Treussart (General), memoire sur les mortiers hydrauliques et sur les mortiers ordinaires. Paris 1820.

Hassenfratz, Traité de l'art de calciner la pierre calcaire etc. Paris 1829.

A. u. E.

Capitel VIII.

Gyps. (Plâtre.)

1342. Der gebrannte Gyps iſt nichts anderes als natürlicher ſchwefelſaurer Kalk, welcher bis zu einem gewißen Punkte geglüht wurde, um ſein Kryſtallwaſſer zu verjagen, ohne daß er jedoch dadurch geſchmolzen wird. Wird der Gyps in dieſem Zuſtande pulveriſirt und mit ſo viel Waſſer gemengt, um daraus eine breiartige Maſſe zu bilden, ſo erſtarrt dieſe in wenig Augenblicken, und bildet eine feſte Maſſe. Während des Anmachens mit Waſſer erwärmt er ſich etwas. Dieſe Erſcheinungen ſind leicht erklärlich, denn der Gyps erhält ſo ſein Kryſtallwaſſer wieder, welches durch's Glühen ſich aus ihm entfernt hatte und kryſtalliſirt nun aufs Neue. Es entbindet ſich deshalb Wärme und die Erſtarrung findet in Folge der Vereinigung der gebildeten Kryſtalle Statt. Damit alle dieſe Wirkungen eintreten, muß alles Waſſer vorher durch Erhitzen verjagt worden ſeyn, ohne daß die Hitzgrade dabei ſo ſtark ſeyn dürften, um eine Schmelzung des Gypſes zu bewirken, denn dadurch würde es dann ſeine Fähigkeit, dieſe Flüſſigkeit zu abſorbiren, verlieren. Die ganze Aufgabe beim Gypsbrennen beſteht alſo darin, die Temperatur richtig zu treffen.

1343. Wird der Gyps bis auf 115° C erhitzt, ſo verliert er ſein ſämmtliches Kryſtallwaſſer; zur Schmelzung erfordert er dagegen Rothglühhitze. Die Differenz bei der Temperatur iſt nun ſo groß, daß es leicht iſt ſich zwiſchen angemeſſenen Grenzen zu halten. Da der Gyps jedoch ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter iſt und derſelbe gewöhnlich in ziemlich großen Stücken gebrannt wird, ſo kann zuweilen der Fall eintreten, daß die Oberfläche der Stücke geſchmolzen iſt, während das Innere noch nicht gar gebrannt iſt. Dieſer Effekt

zeigt ſich oft an Maſſen, welche an verſchiedenen Punkten des Ofens gelegt worden, und es geht daraus hervor, daß dieſe ſo einfache Operation dennoch einigen Schwierigkeiten unterliegt. Vielleicht würden zweckmäßig erbaute Öfen dieſe Operation mit mehr Sicherheit vollbringen laſſen, allein bei dem jetzigen Zuſtand derſelben iſt viel Sorgfalt und Aufmerkſamkeit nöthig, um alle ſchlechten Reſultate zu vermeiden.

1344. Der Gypsofen iſt ein länglicher leerer Raum, welcher von drei Mauern eingeſchloſſen iſt, welche drei Meter hoch ſind. Die eine davon iſt drei Meter breit, und die übrigen beiden aber ſechs Meter. Man bedeckt den Ofen mit einem Dach, welches den Gyps gegen Regen ſchützt. Der ungebrannte Gyps wird in den Ofen gelegt und von einem aus mehreren Bogen zuſammengeſetzten Gewölbe getragen, zwiſchen welchen ein Menſch bis hinab auf den Grund durchkriechen kann. Die Pfeiler und das Gewölbe ſelbſt wird aus ausgeſuchten großen Gypsſtücken aufgebaut.

1345. Sobald der Ofen mit Gyps vollgefüllt iſt, zündet man zwiſchen jeden Bogen Feuer an und ſchürt ganz mäßig fort, um ſoviel als möglich die ganze Maſſe gleichförmig zu erhitzen. Trotz aller Vorſicht aber ſind doch die dem Feuer zunächſt liegenden Stücke zu viel und die entfernteſten zu wenig gebrannt, und nur die im Innern befindlichen Maſſen allein haben die gehörigen Hitzgrade bekommen. Dieſe Übelſtände kann man zum Theil vermeiden, wenn man den Gyps, der vorher pulveriſirt worden, in einem Reverberirofen erhitzt. Da man ihn in dieſem leicht umrühren kann, ſo hat man es ganz in ſeiner Gewalt den nöthigen Hitzgrad zu geben. *)

1346. Der gebrannte Gyps muß an einem trocknen Orte aufbewahrt werden; er würde ſonſt nach und nach ſein Kryſtallwaſſer an der Luft wieder anziehen und dadurch alle ſeine Eigenſchaften wieder verlieren. Es iſt zu dem Endzweck beſſer ihn nicht eher zu pulveriſiren, als bis man ihn verbraucht. An feuchten Orten iſt der Gyps nicht mit Vortheil anzuwenden,

*) An vielen Orten wird der Gyps, nachdem er ſein gemalen iſt, in flachen eiſernen Pfannen erhitzt, und während der Operation beſtändig umgerührt, um ihn gleichförmig durchzubrennen.

weil er ſich im Waſſer auflöſt; auch bei Fundamenten muß man ihn vermeiden, ſowie man denſelben im Winter nicht anwenden darf, da das abſorbirte Waſſer gefrieren kann, und dann der Zuſammenhang der Maſſe gänzlich durch die Ausdehnung des Eiſes zerſtört werden würde.

1347. Die Gypsformer wenden ausgeſucht reinen Gyps an. Beim Bauen wendet man gerne zum Mauern Gyps an, welcher 12—13 Prozente kohlenſauern Kalk enthält, wie der Gyps von Montmartre. Man glaubte lange Zeit, daß dieſer kohlenſaure Kalk durch das Brennen in Ätzkalk verwandelt werde und erklärte daraus die größere Feſtigkeit dieſes unreinen Gypſes. Gay-Luſſac zeigte aber, daß der kohlenſaure Kalk ſich nicht verändert durchs Brennen, und ſchreibt die vorzüglichen Eigenſchaften dieſes Gypſes vielmehr einer noch nicht gehörig gekannten Urſache zu, welche mit der Gegenwart des kohlenſauern Kalks in keinem Zuſammenhang zu ſtehen ſcheint. Soviel iſt gewiß, daß dieſer nicht durch das Brennen des Gypſes verändert wird; auch werden die weichen Gypſe nicht durch Hinzufügen einer Menge Kalk oder Kreide, welche der gleich iſt, die ſich im Pariſer Gyps befindet, verbeſſert.

1348. Gay-Luſſac glaubt nun, daß die relative Härte des gebrannten und angemachten Gypſes im geraden Verhältniß ſteht zu deſſen Härten vor dem Brennen. Die dichten Gypsſteine müſſen demnach wieder harten und dichten Gyps geben, während dagegen die weichen oder leichten Steine auch nur weichen Gyps geben. *)

*) Beim Verbrauch des gebrannten Gypſes hat man darauf zu ſehen, daß er nicht mit zuviel Waſſer angemacht, und ſchnell verarbeitet werde. Der gebrannte Gyps wird hauptſächlich noch angewendet zu Stukaturarbeiten und zur Bereitung des Gypsmarmors, der ein Gemenge von verſchiedenartig gefarbtem Gyps iſt. Gypseſtrich iſt noch in manchen Gegenden gebräuchlich. Der Gyps wird auch gebraucht um die Böden von Ölfäſſern zu bekleiden. Zu Verfertigung von Büſten, Statuen und Gypsabgüſſen aller Art, wenn ſolche vorzüglich rein und weiß ausfallen ſollen, nimmt man entweder den ſchönſten Alabaſter oder das Franenglas (Gypsſpath), welche ganz farblos ſind. Der gebrannte Gyps iſt überhaupt dem plaſtiſchen Künſtler ein unſchätzbares Material.
A. u. E.

Capitel IX.

Glas, Straß und Email.

1349. Durch die Entdeckung des Glaſes hat die Chemie ohne Widerrede der Zivilisation einen der wichtigſten Dienſte geleiſtet. Wir übergehen den ökonomiſchen Nutzen des Glaſes und weiſen nur auf die Anwendung deſſelben hinſichtlich des Studiums der Naturerſcheinungen hin, wo es einen außerordentlichen Einfluß geäußert, und nicht wenig zur geiſtigen Bildung des Menſchen beigetragen hat. Mit Hilfe des Glaſes allein hat die Aſtronomie ſo bewundernswerthe Fortſchritte gemacht; die Naturforſcher haben mittelſt des Mikroscopes eine Menge der intereſſanteſten Naturerſcheinungen ſtudirt, von welchen man früher keine Ahnung hatte; überhaupt aber iſt die Anwendung des Glaſes in der Phyſik und Chemie charakteriſtiſch für die neuere Zeit, denn man darf kühn behaupten, daß ohne daſſelbe dieſe Wiſſenſchaften noch weit zurück ſeyn würden.

1350. Es iſt übrigens aber merkwürdig, daß das ſo vielfach benutzte Glas, deſſen Eigenſchaften einen ſo entſchiedenen Einfluß auf verſchiedene Anwendungen haben, bisher noch nicht ſo genau unterſucht worden iſt, daß man eine richtige Theorie hinſichtlich ſeiner Bereitung hätte aufſtellen können. Zwar iſt jetzt dieſe Theorie beinahe feſtgeſtellt, allein in den über die Fabrikation des Glaſes erſchienenen Werken ſucht man ſie noch vergeblich, denn beinahe alle jene Werke gehören einer Zeit an, in der man die Rolle, welche die Kieſelerde bei der Glasbereitung ſpielt, noch nicht genau gekannt hatte, und die neueren Schriften darüber ſind keiner beſondern Aufmerkſamkeit werth. Ich bedaure, daß die enger geſteckten Grenzen dieſes Buches nicht erlauben dieſem Kapitel eine größere Ausdehnung zu geben; wenigſtens aber werden wir

verſuchen, alles zuſammenzuſtellen, was man beſtimmter, ſowohl hinſichtlich der Geſchichte, als der Eigenſchaften, ſowie der Fabrikation des Glaſes kennt.

1351. Wenn man dem Römer Plinius glauben darf, ſo iſt die Entdeckung des Glaſes zufällig gemacht worden. Phöniziſche Kaufleute, welche mit Soda handelten, landeten am Ufer des Fluſſes Belus und wollten am Landungsplatz kochen. In Ermanglung eines andern Hilfsmittels nahmen ſie einige Stücke Soda, worauf ſie die Kochtöpfe ſtellten, und während nun das Feuer dazwiſchen brannte, ſchmolzen dieſe Stücke und verwandelten den Sand, worauf ſie lagen, in Glas. Kennt man die zur Bereitung des am meiſten ſchmelzbaren Glaſes erforderliche Temperatur und beobachtet man das Innere eines im Gange befindlichen Glasofens, ſo muß die Unwahrſcheinlichkeit dieſer Erzählung auffallen.

1352. Ohne Zweifel hat der Zufall, wie bei ſo vielen Entdeckungen, auch bei der Erfindung des Glaſes glücklich mitgewirkt; allein es bieten ſich unter den ſchon von den Alten gekannten Künſten Erſcheinungen dar, welche die Aufmerkſamkeit des denkenden Beobachters in dieſer Hinſicht feſſeln. Die Fabrikation der Töpferwaaren, die Gewinnung der Metalle erfordern ein heftiges und anhaltendes Feuer, welches ſtark genug iſt, um ſchmelzbare Silikate zu erzeugen, welche mehr oder weniger dem Glaſe ähnlich ſind. Hätte nur z. B. ein verſtändiger Töpfer die Glastropfen, welche ſich zufällig an ſeinen Produkten bilden, willkührlich wieder zu erzeugen geſucht, ſo hätte er mittelſt Verſuchen die Einwirkung der Aſche auf den Thon kennen gelernt und wäre ſomit in den Stand geſetzt worden das Glas ſelbſt zu bereiten; auf ſolche Weiſe läßt ſich alſo die Entdeckung deſſelben weit leichter begreifen. Wie dem auch ſey, die von Plinius angeführte Anekdote gehört ſicher zu den eitlen Annahmen, durch welche die alten Kommentatoren das zu ergänzen ſuchten, was die Geſchichte ſelbſt mit Stillſchweigen übergeht, und welche ſpäter zu ſo genannten Glaubensartikeln geworden ſind, entweder aus Nachläßigkeit des Abſchreibers oder eines neuen Kommentators.

1353. Unzweifelhaft iſt es jedoch, daß die Phönizier das Glas ſchon kannten und lange Zeit beinahe ausſchließlich im Beſitze der Fabrikation deſſelben waren, weil ſie Natron, Sand und Brennmaterial beſaßen und übrigens auch in einem Küſtenlande lebten.

Es iſt hier nicht die Rede von dem in der Bibel erwähnten Glaſe, was uns glauben läßt, daß die alten Ägyptier es nicht kannten, obgleich behauptet wird, daß die ägyptiſchen Glashütten jenen von Tyrus und Sidon vorangegangen ſeyen. Nach Plinius und Strabo waren die Glasfabriken von Sidon und Alexandrien ſehr berühmt und verfertigten ſehr vollkommene Produkte; denn man verſtund damals ſchon das Glas zu ſchneiden, zu graviren, zu vergolden und machte bereits gefärbte Gläſer, durch welche man die Edelſteine nachzuahmen ſuchte, mithin lieferte man ſchon in jener Zeit das, was wir heute zu Tage fabriziren, was alſo zu beweiſen ſcheint, daß dieſer Fabrikationszweig ſchon ſehr alt iſt. Die Römer ſchon wendeten das Glas zu verſchiedenen Zwecken an, was auf eine ſehr beträchtliche Fabrikation hindeutet. In Herkulanum hat man Fenſtergläſer aufgefunden, welche offenbar auf ähnliche Weiſe geblaſen worden ſeyn müſſen, wie dieß jetzt noch geſchieht.

Es ſcheint keinem Zweifel zu unterliegen, daß die Glasbereitungsmethoden in Phönizien ſich erhalten haben und von dort im zwölften und dreizehnten Jahrhundert zur Zeit der Kreuzzüge in Europa bekannt wurden. Man lernte ſie anfangs in Venedig kennen, welche Stadt lange Zeit die Glasbereitung als Monopol bewahrte; ſpäter wurde ſie auch durch Colbert in Frankreich eingeführt.

1354. Obgleich nun im grauen Alterthume das Verfahren bei der Glasfabrikation dem noch jetzt üblichen ſehr ähnlich geweſen ſeyn mag, ſo dürfen wir nicht glauben, daß dieſer Induſtriezweig den Fortſchritten der neuern Chemie nichts zu verdanken habe. Im Gegentheil kann man mit Beſtimmtheit behaupten, daß auch jener gleich allen übrigen mit Hilfe derſelben vorwärtsgeſchritten iſt, und daß die Verfahrungsarten viel einfacher geworden ſind, ſeitdem die reinen Alkalien ſo wohlfeil im Handel zu haben ſind. Die Fabrikations-

methoden haben jedoch nur Modificationen erlitten, welche bei einer minder aufmerkſamen Betrachtung für ziemlich unbedeutend gehalten werden können. Unter den neuern Schriftſtellern, welche über Glasfabrikation geſchrieben haben, iſt Agrikola der älteſte; er beſchreibt Öfen und Verfahrungsarten, welche den in unſern Tagen gebräuchlichen äußerſt ähnlich ſind.

Später beſchäftigten ſich Neri, Merret, Kunkel, Henkel, Pott, Achard und einige andere Chemiker mit der Glasbereitung; allein ganz beſonders müſſen darunter als die merkwürdigſten Werke erwähnt werden, die von Neri, die Denkſchriften von Bosc d'Antic, der Artikel von Allut in der Encyclopaedie méthodique und das von Loyſel. Dieſe Werke ſämmtlich ſind unvollſtändig oder zu einer Zeit geſchrieben, in welcher die angewendeten Stoffe hinſichtlich ihrer Unreinheit zu ſehr von denen verſchieden waren, welche man gegenwärtig anwendet, als daß die Kenntniß der damals beobachteten Erſcheinungen jetzt noch von beſonderm Nutzen ſeyn könnte.

1355. Seitdem Berzelius's Unterſuchungen den ſauern Charakter der Kieſelerde außer Zweifel ſetzten, kann die Zuſammenſetzung des Glaſes im Allgemeinen nichts Schwieriges mehr darbieten. Das Glas iſt eigentlich ein Salz beſtehend aus Kieſelſäure, Kali, Natron, Kalk, Eiſenoxyd, Thonerde oder Bleioxyd, in welchem man eine Baſis durch die andere erſetzen kann. Die Kieſelſäure dagegen kann ihrer Seits auch durch die Borſäure erſetzt werden, ohne daß das Glas ſeine weſentlichen Eigenſchaften verlöre.

Obgleich in der Chemie, das Kali, das Natron, der Kalk, das Bleioxyd, die Thonerde und das Eiſenoxyd dieſelbe Rolle ſpielen, ſo iſt es nichts deſto weniger klar, daß bei der Anwendung nicht beliebig das eine für das andere genommen werden kann. Es geht offenbar daraus in Beziehung auf das Produkt eine Verſchiedenheit in der Schmelzbarkeit, Dehnbarkeit, Härte ꝛc. hervor, die man berückſichtigen muß. Deshalb müſſen die Gläſer nach ihrer Zuſammenſetzung klaſſifizirt werden und damit wollen wir denn die Beſchreibung des Glaſes beginnen. Wir werden hierauf die

allgemeinen Eigenſchaften der glasartigen Körper betrachten und dann die beſondern Eigenſchaften einer jeden Art kennen lehren. Wir wollen ſodann die Zuſammenſetzung, ſo wie die Fabrikationsmethoden im Allgemeinen näher unterſuchen und werden endlich dieſes Kapitel beſchließen mit der ſpeziellen Prüfung der verſchiedenen Sorten und deren Bereitungsarten.

Klaſſifikation und Zuſammenſetzung der Gläſer.

1356. Glas nennt man jede zuſammengeſetzte Subſtanz, welche bei höherer Temperatur ſchmelzbar, bei gewöhnlicher aber ſowohl in Maſſen als in kleinen Stücken ſpröde und glänzend iſt; in der Technik aber wird dieſer Name nur ſolchen Silikaten gegeben, deren Baſen verſchieden ſeyn können und demzufolge man die nachſtehenden Arten unterſcheiden kann:

1.) Auflösliches Glas (Waſſerglas). Einfaches Silikat von Kali oder Natron oder ein Gemiſch von beiden Silikaten.

2.) Böhmiſches Glas. Crown-glass. Silikat von Kali und Kalk.

3.) Fenſterglas oder ähnliche Gegenſtände. Silikat von Kali, Natron oder Kalk.

4.) Bouteillenglas. Silikat von Kali oder Natron, Kalk, Thonerde und Eiſen.

5.) Gewöhnliches Kryſtallglas. Silikat von Kali und Bleioxyd.

6.) Flintglas. Silikat von Kali und Blei, enthält mehr Blei als das vorige.

7.) Straß. Silikat von Kali und Blei iſt noch reicher an Blei als das Flintglas.

8.) Email. Kieſelſaures und zinnſaures oder antimonſaures Kali oder Natron und Blei.

Alle dieſe Gläſer können durch farbige Silikate gefärbt werden, wenn man dieſe, während ſie im geſchmolzenen Zuſtande ſich befinden, damit mengt; es wird dieſes der Gegenſtand einer beſondern Betrachtung ſeyn. Wir werden dann

zugleich auch die Kunſt des Glasmalens betrachten, welche in der letzten Zeit ſo glückliche Fortſchritte in Frankreich machte.

1357. **Auflösliches Glas.** Das auflösliche Glas iſt eine Verbindung, durch deren Kenntniß die Glasfabrikanten manchen Fehler früher vermieden haben würden. Es iſt nämlich ein einfaches Silikat von Kali oder Natron, welches merkwürdiger Weiſe im kochenden Waſſer ohne Rückſtand auflöslich iſt, obgleich es durch das Zuſammenſeyn mit kaltem Waſſer wenig oder nicht verändert wird. Es iſt jedoch von ſelbſt klar, daß ein ähnliches Glas ſehr hygroskopiſch ſeyn muß, und unter vielen Beiſpielen, welche man anführen könnte, beſchränke ich mich nur auf Folgendes, um die Nachtheile deſſelben zu zeigen. Im Jahr 1780 machte man in Frankreich böhmiſches Glas, deſſen Fabrikation zu jener Zeit erſt kurz eingeführt worden war, nach folgenden zwei Vorſchriften.

	In Bayel in der Champagne.	In Elembach in den Vogeſen.
Kieſelerde	100	100
Kali	100	100
Kalk	keinen	100

Während nun das Vogeſenglas an der Luft unveränlich war, fehlte dem Champagner die Reinheit, der Glanz und die Feſtigkeit; es zog die Feuchtigkeit aus der Luft in dem Grade an, daß der hohle Fuß der Trinkgläſer ſich in den Magazinen mit einer geſättigten Auflöſung von kohlenſauerm Kali füllte. Zu dieſer von Bosc d'Antic angeführten Thatſache könnte man noch mehrere andere fügen, welche die unerläßliche Nothwendigkeit des Kalkes*) oder des Bleioxy-

*) Es iſt in der That auffallend, daß man bis auf die neueſte Zeit nur das kieſelſaure Kali oder Naton als weſentliche Beſtandtheile des gewöhnlichen Glaſes betrachtete. Man beachtete den Kalk dabei faſt gar nicht, wie dieß aus den Definitionen hervorgeht, welche die chemiſchen Lehrbücher vom Glas geben. Erſt Fuchs (S. Kaſtners Archiv f. d. geſ. Naturlehre Bd. 5 S. 396) machte unſeres Wiſſens zuerſt auf die Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit des Kalkes bei der Glasbereitung aufmerkſam, indem er zeigte, daß nur allein das Doppelſalz aus kieſelſaurem Kali und Kalk ein gutes, der Einwirkung des Waſſers trotzendes Glas ſey, während dagegen das kieſelſaure Kali für ſich immer von Waſſer angegriffen wird. A. u. E.

des behufs der Bereitung ſolcher Gläſer darthun, welche der Wirkung des Waſſers oder der feuchten Luft widerſtehen ſollen.

1358. Das auflöſliche Glas, welches Fuchs zu dem beſondern Zwecke bereitete, um Holz und Zeug damit zu überziehen und es unverbrennlich zu machen, iſt ſo zuſammengeſetzt, daß die Kieſelerde ſiebenmal ſoviel Sauerſtoff enthält als das Kali. oder was daſſelbe iſt, es ſind 7 Atome Kieſelerde mit 1 Atom Kali verbunden. Dieſes Glas beſteht alſo aus

7 At. Kieſelſäure	=	1348	oder	69,88
1 At. Kali	=	587	—	30,12
		1935		100,0

Es ſcheint das auflösliche Glas, welches Natron zur Baſis hat, behält ſeine Auflöslichkeit nur dann, wenn der Natrongehalt größer iſt; es kann derſelbe bis zu 2 At. auf 7 At. Kieſelerde ſteigen, ohne daß das Glas bei gewöhnlicher Temperatur löslich wird.

1359. Böhmiſches Glas. Perdonnet, der eine Glashütte zu Neufeld in Böhmen beſuchte, theilte mir folgende dort gebräuchliche Miſchung mit:

Quarz	100
Ätzkalk	50 *)
Kohlenſ. Kali	75

Salpeter, arſenichte Säure und Braunſtein in angemeſſener Menge.

1360. Das Glas von dieſer Hütte wurde von Gras in dem Laboratorium der Ecole des mines analyſirt und gab

Kieſelſäure	71,6	=	37,10	Sauerſtoff
Kalk	10,0	=	2,81	
Kali	11,0	=	1,86	7,83
Thonerde	2,2	=	1,02	
Magneſia	2,3	=	0,89	
Eiſenoxyd	3,9	=	1,20	
Manganoxyd	0,2	=	0,05	
	101,2			

*) Die Kalkdoſis iſt offenbar hier zu hoch angegeben; keine böhmiſche Hütte nimmt über 20 Thl. trocknes Kalkhydrat auf 100 Thl. Quarz, was auch ſchon aus der nachſtehenden Analyſe hervorgeht. Ich verdanke dieſe, ſowie mehrere nachfolgende Bemerkungen zu dieſem Kapitel meinem verehrten Freunde Hrn. Fikentſcher, Beſitzer einer chemiſchen Produktenfabrik und Glashütte in Redwitz (Obermainkreis). E.

die Kieſelerde enthält hier ungefähr fünfmal ſoviel Sauerſtoff als die Baſen.

1361. In einem alten böhmiſchen Glaſe habe ich gefunden

Kieſelſäure	69,4	= 36 Sauerſt.	
Thonerde	9,6	= 4,48	9,04 Sauerſt. der Baſen.
Kalk	9,2	= 2,57	
Kali	11,8	= 1,99	

Was genau das Verhälniß von 1:4 zwiſchen den Sauerſtoff der Baſis und dem der Säure giebt.

Herr Batka verſicherte mir, daß man in einigen deutſchen Glashütten den kieſelſauern Kalk (Tafelſpath) zur Bereitung des böhmiſchen Glaſes anwende.

1362. Kronglas (Crown-Glass) Es iſt dieſes ein Glas, welches auch Kali und Kalk zur Baſis hat. Aus der Analyſe eines deutſchen Kronglaſes ergab ſich, daß der Sauerſtoffgehalt beider Baſen in demſelben faſt gleich war. Die Kieſelſäure enthält ungefähr viermal ſo viel Sauerſtoff als die Baſen. Hier folgt die Analyſe dieſes von Cauchoix für ſehr gut gehaltenen Kronglaſes.

Kieſelſäure	62,8	= 32,6 Sauerſt.	
Thonerde, Eiſen- u. Manganoxyd	2,6	= 1,2 —	8,4 Sauerſt. der Baſen.
Kalk	12,5	= 3,5 —	
Kali	22,1	= 3,7 —	

berechnet man dieſe Reſultate nach der Annahme, daß die Quadriſilikate ſich in dem Verhältniß von 1 At. zu 1 At. darin vorfinden, ſo hat man

1 At. Kali	= 558	oder 28,8
1 At. Kalk	= 356	— 14,3
8 At. Kieſelſäure	= 1540	— 61,9
1 At. Kronglas	= 2484	— 100,0

1363. Fenſterglas. Das Fenſterglas beſteht gewöhnlich aus Kieſelſäure, Kali oder Natron und Kalk. Da das Natronatom wenig vom Kalkatom verſchieden iſt, ſo geht daraus hervor, daß im Fenſterglas die Menge der Kieſelerde wenig nur variirt, obgleich daſſelbe ſehr verſchiedene Mengen von Kalk enthält; dieſer erſetzt dann den oft fehlenden Theil Natron durch ein faſt ganz gleiches Gewicht von ſich. Im gut bereiteten Fenſterglas enthält die

Kieſelerde ungefähr die vierfache Menge des in den Baſen vorhandenen Sauerſtoffs.

1364. Neben dem Natron und Kalk enthält das Fenſterglas immer Thonerde, die entweder vom Sand oder von den Glashäfen oder auch vom angewendeten Sodaſalz herrührt. Es ſcheint, daß der Thonerdegehalt wächſt, wenn man den Kalkzuſatz vermindert. Wendet man daher dieſe letztere Baſis in gehöriger Menge an, ſo wird man die Schmelzhäfen dadurch ſchonen können. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die im Glas befindliche Thonerde einen beſtimmten Einfluß auf deſſen Eigenſchaften haben muß, wenn ihre Quantität beträchtlich wächſt. Die Thonerde macht wahrſcheinlich das Glas härter, minder ſchmelzbar und ertheilt ihm die Fähigkeit ſich leichter zu entglaſen. Man muß deshalb bei dem Glasſatz alles zu vermeiden ſuchen, was die Schmelzung verlängert, denn man verliert nur Brennmaterial und die Häfen werden ſtark angegriffen. *) Die An-

*) Da die von mir angewendeten Materialien gleich den meiſten böhmiſchen nur äuſserſt wenig Thonerde enthalten, ſo läßt ſich wohl kaum zweifeln, daß der Thongehalt gewöhnlich von den Tiegeln herrührt, die immer ſehr ſtark angegriffen werden. Bei dem Glasſatz von 100 Quarz, 4,25 Kohle 50 Glauberſalz und 24 Kalkhydrat wird der Glashafen in ungefähr ſechs Wochen ſtärker angefreſſen, als von einer Glasmiſchung, welche unter denſelben Umſtänden nur 12 Kalkhydrat enthielt, in zwölf Wochen. Herrn Dumas Vermuthung, daß Thonerde und Kalk einander erſetzen, gilt alſo wenigſtens hier nicht. Dasjenige Glas, was mit mehr Kalk erzeugt wurde hat gewöhnlich die fadenartigen Streifen, welche ſich beim Verarbeiten von den Hafenwänden nach der Mitte der Glasmaſſe zuziehen. Dieſe zähen Streifen, welche hier, wenn man Thon von beinahe 3 Prozent Eiſengehalt zu den Häfen verwendet, auch grüner von Farbe ſind, als die übrigen Glasmäſſen, vermehren ſich nach dem Boden zu ſo, daß das letzte Viertheil der Glasmaſſe gewöhnlich unbrauchbar iſt. Dieſem Übelſtande wird durch einen geringen Kalkzuſatz größtentheils abgeholfen. Doch ſcheint bei der oben angegebenen Miſchung 12 Kalkhydrat die Grenze zu ſeyn, denn ſobald noch weniger zugeſetzt wird, entſtehen ſehr leicht kryſtalliniſche Abſonderungen.

Es iſt zugleich bemerkenswerth, daß nicht jeder Thon gleich ſtark angegriffen wird, und daß ſogar derſelbe, zu Häfen verarbeitete Thon, je nachdem er ſtärker oder ſchwächer gebrannt worden, minder oder mehr angegriffen wird. Häfen, welche aus ſtark gebranntem Thon gefertigt worden, haben oft eine dreifach längere Dauer, als die aus ſchwach gebranntem Thon.

Bei Kaliglas iſt ein vermehrter Kalkzuſatz nicht ſo auffallend nachtheilig, wie bei Natronglas.

weſenheit der Thonerde im Glaſe verändert ihr Sättigungs-verhältniß, denn ſie erfordert weniger Kieſelſäure als die übrigen Baſen.

1365. Dieſe Behauptungen laſſen ſich aus den folgenden Analyſen gehörig würdigen.

No. 1	Kieſelerde	69,65	= 36,21	Sauerſt.	36,21
	Thonerde	1,82	= 0,85		
	Kalk	13,31	= 3,72	= 8,45 × 4	33,80
	Natron	15,22	= 3,88	Sauerſt. d. überſchüſſig. Kieſelerde	2,41
No. 2	Kieſelerde	69,25	= 36,69	Sauerſt.	36,69
	Thonerde	2,20	= 1,02		
	Kalk	17,25	= 4,83	= 8,72 × 4	34,88
	Natron	11,30	= 2,87	Sauerſt. der überſchüſſig. Kieſelerde	1,81
No. 3	Kieſelerde	68,55	= 35,64	Sauerſt.	35,64
	Thonerde	2,40	= 1,12		
	Kalk	16,17	= 4,52	= 8,92 × 4	35,68
	Natron	12,88	= 3,28	Sauerſt. der fehlenden Kieſelerde	0,04
No. 4	Kieſelerde	68,65	= 35,60	Sauerſt.	35,60
	Thonerde	4,00	= 1,86		
	Kalk	9,65	= 2,70	= 9,06 × 4	36,24
	Natron	17,70	= 4,50	Sauerſt. der fehlenden Kieſelſäure	0,64

Bei der Glasmalerei kommen wir auf dieſen Gegenſtand wieder zurück. Hier genügt es zu wiſſen, daß eine wirkliche Sättigung des Bouteillenglaſes Statt zu finden ſcheint, wenn der Sauerſtoffgehalt der Kieſelerde im Glaſe viermal mehr beträgt, als der in den damit verbundenen Baſen, vorausgeſetzt daß wenig Thonerde dabei iſt, denn dieſe ändert den Sättigungszuſtand gänzlich.

1366. Spiegelglas. Es iſt ebenfalls ein Kalk- und Natronglas. *) In Rückſicht auf deſſen Farbenloſigkeit wäre

Noch ein anderer bedeutender Übelſtand wird durch einen zu großen Kalkzuſatz beim Natronglas erzeugt. Nachdem nämlich die Luftbläschen, welche ſich aus dem ſchmelzenden Gemenge entwickeln, verſchwunden ſind, ſo erzeugen ſich bei ſtarker Ofenhitze neue, welche in den ausgearbeiteten Tafeln einen milchigten begrenzten Rand zeigen und auch wohl ganz trübe ſind. Dieſe Bläschen, deren auch Gehlen erwähnt, verſchwinden bei demſelben Glas durch anhaltendes Schüren und Kaltſtehen der Maſſe gänzlich, erſcheinen aber beim Aufſchüren (Wiederanwärmen) unvermeidlich wieder. Da dieſe Wirkung vom größern Kalkzuſatz herrührt, ſo fragt ſich wie kann derſelbe Blaſen erzeugen? Fikentſcher.

*) Statt Natron wird noch heut zu Tage in vielen Glashütten Kali zu dieſem Glaſe

es vortheilhafter, ſtatt des Natrons Kali anzuwenden; die Spiegelgläſer würden den Stich ins grünliche und gelbliche verlieren, und man würde wahrſcheinlich den Kalkzuſatz, den man gewöhnlich vermindert um das Entglaſen (abſterben) zu verhindern, vermehren können. *)

Nach folgender Analyſe beſteht das Spiegelglas aus

Kieſelerde . .	75,9	= 34,4 Sauerſtoff.		
Alaunerde . .	2,8	= 1,3	—	} = 6,7 Sauerſtoff.
Kalk	3,8	= 1,0	—	
Natron . . .	17,5	= 4,4	—	
	100,00			

1367. Dieſes Glas unterſcheidet ſich vom Tafelglas blos im Miſchungsverhältniß der Beſtandtheile und zwar nicht unbedeutend. Im Tafelglas kommt auf 1 At. Natron $\frac{1}{2}$ At. Kalk; hingegen im Spiegelglas auf 1 At Natron nur $\frac{1}{4}$ At. Kalk.

Im Tafelglas iſt der Sauerſtoffgehalt des Kalks und der Alaunerde zuſammengenommen größer als der Sauerſtoffgehalt des Natrons; im Spiegelglas aber iſt der Sauerſtoffgehalt der Kalk- und Thonerde kaum die Hälfte von dem des Natrons.

Dieſe Umſtände machen, daß das Spiegelglas leicht flüſſiger, leicht zerſtörbarer und weniger hart iſt als das Tafelglas, aber es iſt auch weniger zerbrechlich und weniger zur Entglaſung geneigt. Der Sauerſtoff der Kieſelerde in dieſem Glaſe iſt nach obiger Analyſe ſechsmal mehr als der der Baſen, und es nähert ſich ſonach daſſelbe dem auflöslichen Glaſe.

---

angewendet. Nur in Frankreich wird zu dieſem ſowie zum Fenſterglas überall Natron genommen, weil es billiger zu ſteben kommt als das Kali. A. u. E.

*) Ein vermehrter Kalkzuſatz erlaubt zwar eine Verminderung der Natronmenge ohne dadurch die Schmelzbarkeit bei einem gewiſſen hohen Grade der Hitze zu beeinträchtigen. Das kalkreichere Glas erſtarrt aber bei verhältnißmäßiger Abnahme der Hitze ſchneller als das kalkärmere, ähnlich der Hohofenſchlacke. Derſelbe Zuſtand wird im Glaſe durch eine ganz geringe Menge Schwefelkalium oder Schwefelnatrium hervorgebracht. Dieſes färbt das Glas grün, braun, gelb und ſchwarz und im Verhältniß der Farbe ſteigt die Dünnflüſſigkeit in der Hitze und das Erſtarren während des Erkaltens; dieſes Glas hat auch die unangenehme Eigenſchaft durch Aufſchüren aufs Neue blaſig zu werden, gerade wie dieß bei einem größern Kalkzuſatz der Fall iſt. Fikentſcher.

1368. **Bouteillenglas.** Die Miſchung dieſes Glaſes iſt hinſichtlich des Verhältniſſes ſeiner weſentlichen Beſtandtheile verſchieden; ihrer Natur nach aber ſcheint kein kein weſentlicher Unterſchied zwiſchen denſelben Statt zu finden. Man findet in dieſem Glaſe Kieſelerde, Alaunerde, Eiſenoxyd, Spuren von Manganoxyd, Kalk, Kali und Natron, oft auch nur eine der alkaliſchen Baſen.

Folgendes ſind die Beſtandtheile eines Bouteillenglaſes aus der Fabrik zu Sèvres:

Kieſelerde . .	53,55	. . . .	26,7 Sauerſtoff.
Thonerde . .	6,01	. . 2,8 Sauerſt.	} = 4,5 —
Eiſenoxyd . .	5,74	. . 1,7 —	}
Kalk	29,22	. . 8,2 —	} 9,1 —
Kali	5,48	. . 0,9 —	}
	100,00		

Dieſes Glas iſt, wie man ſieht, nach beſtimmten Proportionen gebildet, weil erſtens die Kieſelerde zweimal mehr Sauerſtoff enthält als die Baſen und weil zweitens die Thonerde und das Eiſenoxyd zuſammen nur halb ſo viel Sauerſtoff enthalten, als der Kalk und das Kali; man hat ſonach 1 Atom Alaunerde- oder Eiſenoxyd-Doppelſilikat und 2 Atome Kalk oder Kali-Doppelſilikat für die Zuſammenſetzung dieſes Glaſes.

Folgende Beſtandtheile fanden ſich in einem andern Bouteillenglaſe:

Kieſelerde . .	45,6	. . . .	23,66 Sauerſtoff.
Alaunerde . .	14,0	. . 7,58 Sauerſt.	} = 8,50 —
Eiſenoxyd . .	6,2	. . 1,92 —	}
Kalk	28,1	. . 7,64 —	} = 8,64 —
Kali	6,1	. . 1,90 —	}

Anſtatt des Doppelſilikates findet ſich hier ein anderthalb Silikat, auch verhalten ſich die Sauerſtoffmengen der indifferenten Baſen zu den der Alkalien hier, wie 1:1. Aus dieſen Unterſchieden läßt ſich ſchließen, daß deren noch mehrere exiſtiren können.

Das letztere Glas entglaſt ſich leichter als das erſtere.

1369. **Kryſtallglas.** Es iſt dieſes immer aus Kieſelerde, Kali und Bleioxyd gebildet. Das Verhältniß dieſer Beſtandtheile iſt verſchieden, je nachdem man den Glasofen

mit Holz oder Steinkohlen heizt; im letztern Falle wird mehr Bleioxyd genommen.

Hier folgen zwei Analyſen von verſchiedenen Kryſtallgläſern.

1.) Kieſelerde . . 56 . . 29 Sauerſtoff.

Kalk	2,6	0,72 —	4,47 Sauerſt. der Baſen
Bleioxyd . . .	32,5	2,25 —	
Kali	8,9	1,50	

2.) Bei Steinkohlen geſchmolzenes Kryſtallglas von Vonêche, analyſirt von Berthier.

Kieſelerde . .	61,0	31,7 Sauerſtoff	
Bleioxyd . .	33,0	2,3 —	3,3 Sauerſt. der Baſen.
Kali	6,0	1,0 —	

Dieſe Analyſen beweiſen, daß das Sättigungsgeſetz im Kryſtallglas variirt, und daß der Sauerſtoff der Baſen zu dem der Kieſelerde ſich wie 1:7 und wie 1:9 verhält.

1370. Flintglas. Dieſe Glasart unterſcheidet ſich weſentlich vom gewöhnlichen Kryſtallglaſe, nicht ſowohl ſeiner Natur nach, als vielmehr durch den Sättigungszuſtand der Beſtandtheile und durch die relativen Quantitäten des kieſelſauren Bleioxyds und des kieſelſauren Kalis.

Flintglas von Guinand beſteht aus

Kieſelerde	42,5
Alaunerde	1,8
Bleioxyd	43,5
Kalk	0,5
Kali	11,7
Arſenikſäure	Spuren
	100,0

Denkt man ſich dieſe Verbindung beſtehend aus zwei Atomen kieſelſaurem Kali und drei Atomen kieſelſaurem Bleioxyd, und nimmt man an, daß der Sauerſtoff der Baſis zu dem der Kieſelerde ſich in beiden Silikaten wie 1:4 verhalte, ſo iſt das Flintglas zuſammengeſetzt aus

2 At. Kali .	= 1179	oder	12,6
3 At. Bleioxyd	= 4183		45,5
20 At. Kieſelerde	= 3852		41,9
1 At. Flintglas	= 9214		100,0

1371. Straß. Auch im Straß verhalten ſich die Sauerſtoffmengen der Baſen zu dem Sauerſtoff der Kieſelerde wie 1:4, aber das Verhältniß des kieſelſauern Kali's zum kieſelſauern Bleioxyd iſt verſchieden von dem der andern beiden Bleigläſer.

Der Straß von Douault-Wieland beſteht aus

Kieſelerde	38,2
Alaunerde	1,0
Bleioxyd	53,0
Kali	7,8
Borax	Spuren
Arſenikſäure	Spuren
	100,0

Angenommen, der Reſt ſey aus 1 At. kieſelſaurem Kali und 3 At. kieſelſaurem Blei gebildet, und das Verhältniß des Sauerſtoffs der Baſen, zu dem der Kieſelerde = 1:4, ſo ergeben ſich folgende Reſultate:

1 At. Kali	= 588	oder	6,9
3 At. Bleioxyd	= 4183	—	53,6
16 At. Kieſelerde	= 3081	—	39,5
1 At. Straß	= 7852	—	100,00

Dieſe Reſultate ſtimmen mit denen der Analyſe überein, wenn man von den zufälligen Beſtandtheilen als Borax, Alaunerde und Arſenikſäure abſtrahirt. Die Fabrikanten haben gewiß noch viel andere Verhältniſſe verſucht, aber wahrſcheinlich dieſe durch vorzügliche Eigenſchaften bewährt gefunden, und ſolche deshalb angenommen.

1372. Email. Dieſe Verbindung iſt weſentlich von der Vorigen verſchieden, durch die Gegenwart der Zinnſäure.

Die Email-Fabrikanten arbeiten nach verſchiedenen Rezepten, einige nehmen Natron, andere Kali dazu, und noch andere ziehen ein Gemiſch dieſer beiden Baſen vor. Die Menge der Zinnſäure iſt unbeſtimmt und weicht bedeutend ab; aber aus der folgenden Analyſe erſieht man, daß dieſes eigenthümliche Glas, dieſelbe Sättigungsſtufe erreicht, die wir bei andern Gläſern kennen gelernt haben.

Die Analyſe von einem weißen Email gab

Kieſelerde . . .	31,6 . .	16,4 Sauerſt.	} = 18,4 Sauerſtoff.	
Zinnſäure . . .	9,8 . .	2,0 —		
Bleioxyd	50,3 . .	3,6 —	} = 5,0 Sauerſtoff.	
Kali	8,3 . .	1,4 —		

Der Sauerſtoffgehalt der Baſen beträgt ungefähr ¼ von dem der Säuren.

Eigenſchaften des Glaſes.

1373. Wir wollen jetzt die Haupteigenſchaften des Glaſes, nämlich deſſen Verhalten im Feuer und zu den chemiſchen Reagenzien unterſuchen, und ſodann die phyſikaliſchen Eigenſchaften dieſes merkwürdigen Körpers aufzählen, vermöge welcher er für die Anwendung im gemeinen Leben ſich vorzüglich eignet.

Die verſchiedenen in obiger Tabelle aufgeführten Glasarten ſind alle fähig in erhöhter Temperatur zu ſchmelzen und zwar gewöhnlich in der Rothglühhitze und darüber. Die Bleigläſer ſind die leichtflüſſigſten, und zwar um ſo leichtflüſſiger je mehr ſie Bleioxyd enthalten. Die ordinären Gläſer werden ſtrengflüſſiger, je reicher ſie an Kalk und Thonerde ſind; ſonach ſind Straß, Flintglas und Kryſtallglas leichtflüſſiger als ordinäres Glas, und dieſes iſt wieder leichtflüſſiger als Bouteillenglas.

1374. Gläſer mit mehreren Baſen erleiden verſchiedene Veränderungen, wenn man ſie ſchmelzt und langſam abkühlt. Die Kieſelſäure theilt ſich in dieſe Baſen, und bildet Verbindungen nach beſtimmten Proportionen, welche jede für ſich kryſtalliſiren, ſo daß die innige Mengung der Beſtandtheile, welche das Glas bilden, zerſtört wird; das Glas wird dadurch ſehr hart, faſerig, undurchſichtig, ſtrengflüſſiger und beſſerer Leiter der Electricität, und der Wärme. Reaumur, welcher dieſe Erſcheinung zuerſt beobachtete, nannte das ſo erhaltene Glas entglaſt. *) Die Entglaſung iſt eine Erſcheinung, die ſich an allen Glasarten zeigt, vorzüglich aber bei Gläſern von mehreren Erdbaſen; ſchwerer entglaſt ſich bleihaltiges und einfaches Alkaliglas.

*) Auch wird es nach ihm Reaumürſches Glas genannt. A. u. E.

Es wird erzeugt, wenn man Glas ſchmelzt und es langſam erkalten läßt, oder auch durch bloßes Erhitzen des Glaſes bis es erweicht, und nachheriges langſames Erkalten. Bouteillenglas eignet ſich am beſten zu dieſer Operation, dieſem folgt ordinäres Grünglas, und dieſem wieder Weißglas; einfaches Natronglas iſt ſchwierig und noch ſchwieriger das Kryſtallglas zu entglaſen; am wenigſten dazu geeignet iſt aber einfaches Kaliglas.

Dieſe Eigenſchaft hat einen ſo großen Einfluß auf die Glasgewinnung, daß es ſchwer hält, ſie nicht ſogleich anzuwenden. Sie erklärt warum man in der Bouteillenfabrikation mit ſo vieler Sorgfalt die Maſſe, woraus die Bouteillen gefertigt werden ſollen, mehrere Mal zu erhitzen vermeidet; ſie würde ſich ſonſt ſchnell entglaſen, das Glas davon würde hart und ſtrengflüſſiger werden, und eine Menge feſter in der weichen Glasmaſſe zerſtreuter Körner enthalten; von den Glasmachern wird es zelliges Glas genannt. Es erklärt ſich daraus ferner, warum das Grünglas und ſelbſt das gewöhnliche Weißglas noch mehr aber Bouteillenglas nur von vorzüglich geſchickten Glasbläſern bei der Lampe behandelt werden kann. Wird das Glas zu langſam erhitzt, ſo daß es mehreremal von Neuem geſchehen muß, ſo entglaſt ſich die Maſſe, und alle die beſchriebenen Erſcheinungen treten ein. Vergeblich wird der Glasbläſer mit der ganzen Kraft ſeiner Lungen verſuchen eine Kugel zu blaſen, denn das Glas iſt nicht mehr weich genug; außerdem wird die Maſſe trübe, halb undurchſichtig und beinahe unſchmelzbar.

Aus denſelben Gründen begreift man, wie wichtig es iſt, ſorgfältig die Gläſer auszuwählen, wenn ſie beſtimmt ſind, große ſtarke Maſſen wie z. B. Linſen für große optiſche Inſtrumente zu geben. Dergleichen Maſſen erkalten natürlich langſam, wodurch die Entglaſung begünſtigt wird, es muß daher Blei- und Kali-Glas oder Kali- und Kalk-Glas dazu verwendet werden. Man wendet auch dieſe beiden Glasarten als Flint- und Kron-Glas zur Verfertigung großer Linſen für aſtronomiſche Inſtrumente an.

Die Entglaſung der Gläſer iſt daher eine Erſcheinung von größtem Intereſſe, auf welche die Aufmerkſamkeit der

Glasfabrikanten nicht genug hingelenkt werden kann. Sie erſcheint noch wichtiger, wenn wir bemerken, daß das entglaſte Glas vermöge ſeiner Eigenſchaften die Stelle des Porzellans beinahe in allen Fällen vertreten kann. Es können nämlich chemiſche Geräthſchaften, als Röhren, Retorten, Ballons, Abdampfſchalen daraus gefertigt werden, welche dem Feuer ebenſo gut als Porzellangefäße widerſtehen, auch undurchdringlicher als Glas ſind, von den Säuren nicht angegriffen werden, und leicht in jede Form gebracht werden können, was bei dem Porzellan ſchwerer zu bewerkſtelligen iſt.

Es wäre ſehr wichtig hieraus einen neuen Gewerbszweig zu machen; man könnte auf dieſe Weiſe geſunde, ſchöne und wohlfeile Töpferwaaren erzeugen. D'Arcet, der ſo viele Gewerbszweige vervollkommnete, hat auch dieſen nicht vernachläßiget. Er fertigte aus entglaſtem Bouteillenglas, Kannen, Platten zum Belegen der Fußböden in Zimmern, Porphyre, Mörſer und gefärbte Steine zur Moſaikarbeit, deren Werth man früher oder ſpäter mehr zu ſchätzen lernen wird. Möchte ein geſchickter Fabrikant dieſe Verſuche weiter verfolgen, er könnte verſichert ſeyn, daß ſie ihm Vortheile bringen würden.

1775. Wir wollen jetzt die Entglaſungs-Phänomene näher betrachten:

Reaumür wählte zum Entglaſen gewöhnlich Bouteillenglas oder ordinäres Grünglas. Er füllte die Glasgefäße mit einer Miſchung aus gebranntem Gyps und fein geſtoßenem Sand, brachte dieſe in ein irdenes Gefäß, welches zu dieſem Zweck ebenfalls vorher mit einer ähnlichen Miſchung angefüllt worden war, und ſtellte ſie darinnen ſo, daß zwiſchen den Gläſern und den irdenen Gefäßen hinlänglicher Raum blieb, welcher mit obengedachtem Gyps und Sand ausgefüllt wurde. Das ſo beſchickte Gefäß wurde mit einem gut lutirten Deckel verſchloſſen und in einem Faïanceofen während der Dauer des Brandes ſich ſelbſt überlaſſen. Nach Verlauf dieſer Zeit war das Glas vollkommen entglaſt.

Die Bruchfläche dieſes Glaſes iſt ſeidenartig, und aufmerkſam betrachtet, kann man ſich daraus die ganze Erſchei-

nung erklären. Genau in der Mitte befindet ſich eine braune Linie und auf dieſem Punkte vereinigen ſich eine Menge kleiner kryſtalliniſcher Nadeln, die von der äußern und innern Oberfläche des Gefäßes ausgehen. Die unter ſich paralellen Nadeln ſtehen ſenkrecht auf der Fläche des Glaſes, ſowie auf der Ebene, welche durch die Vereinigungslinie gezogen werden kann, die ganz die Form des Gefäßes annimmt. Bei unvollkommen entglaſten Gefäßen ſind die kryſtalliniſchen Nadeln ſo kurz, daß ſie einander nicht berühren; eine mehr oder weniger ſtarke Maſſe in der Mitte des Gefäßes iſt dann unverändertes Glas. Sonach muß irgend eine Urſache die Kryſtalliſation des Glaſes begünſtigen; dieſe Urſache wirkt zuerſt auf die Oberflächen und pflanzt ſich nach dem Innern fort, bis die von entgegengeſetzten Flächen auslaufenden Kryſtallnadeln ſich berühren.

1376. Dartigues hat ſich überzeugt, daß auch ohne Cäment-Pulver Bouteillenglas, wenn es einige Tage rothglühend erhalten wird, vollkommen entglaſt. Später werden wir ſehen, daß beim Entglaſen Kali entweicht, weshalb ein Kieſelcäment wegen Abſorption des Kalis nützlich iſt; die Kieſelerde verhält ſich dann wie bei Leslie's Experiment die Schwefelſäure.

Reaumür hatte keine richtige Entglaſungs-Theorie aufgeſtellt, auch Keir, Pajot-des-Charmes und andere Beobachter, welche die Glaskryſtalle ſpäter unterſuchten und beſchrieben, erkannten den Zuſammenhang dieſer beiden Erſcheinungen nicht. Die Unterſuchungen von Dartigues und Fleuriau de Bellevue haben die Identität beider Erſcheinungen außer Zweifel geſetzt.

Die Entglaſung iſt ſonach ein Kryſtalliſiren des Glaſes. Verſuche beweiſen, daß langſam abgekühltes Glas beinahe ſtets kryſtalliſirt, wenn der Übergang aus dem flüſſigen in dem feſten Zuſtand langſam Statt findet, ſo daß die geeignete Aneinanderreihung der Theilchen erfolgen kann. Es ſcheint jedoch, daß wenn man dieſe Anſicht unbedingt auf das Reaumür'ſche Glas anwenden wollte, man grobe Fehler begehen würde, welche uns die chemiſche Analyſe zu vermeiden lehrt.

Die entglaſten oder kryſtalliſirten Gläſer laſſen ſich eigentlich in zwei verſchiedene Klaſſen bringen. Die erſte Klaſſe begreift die Gläſer, welche durch anhaltende Hitze oder auch mit Hilfe eines Cäment-Pulvers zu einer homogenen Verbindung geworden und kryſtalliſirt ſind, indem ſie einige ihrer Grundbeſtandtheile verloren haben.

Zu der zweiten Klaſſe gehören die Gläſer, in welchen mittelſt ſehr langſamen Erkaltens ſich zwei oder mehrere verſchiedene Gemiſche gebildet haben, wovon einige glasartig geblieben, andere aber regulär kryſtalliniſch geworden ſind.

1377. Wir wollen beide Fälle genauer betrachten. Das Reaumür'ſche Verfahren iſt bereits mitgetheilt worden; wir wollen nun zuerſt die erlangten Reſultate prüfen. Bei der chemiſchen Unterſuchung des von d'Arcet entglaſten Bouteillenglaſes auf der Glashütte de la Chare bei Paris erhielten wir

Kieſelerde	52,00	27,0 Sauerſtoff.	
Alaunerde	12,00	5,6	} = 7,6
Eiſen- und Manganoxyd	6,6	2,0	
Kalk	27,4	7,6	} = 7,8
Verluſt oder Kali	2,0	0,2	

Vergleicht man dieſe Analyſe mit der von gewöhnlichem Bouteillenglas, ſo findet man den Kaligehalt bis auf ein Drittel oder die Hälfte vermindert. Übrigens ergiebt ſich daraus, daß das analyſirte Stück gebildet iſt aus 1 Atom anderthalb kieſelſauren Eiſenoxyd oder Alaunerde und 1 Atom doppelt kieſelſaurem Kalk oder Kali.

Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß man bei allen Gläſern deren Sättigungsgrade oder Verhältnißmengen der Silikate gleich ſind, gleiche Reſultate erhalten wird; aber ſo viel iſt gewiß, daß Kali bei dem Reaumür'ſchen Entglaſungsproceſſe verflüchtigt wird, und daß die andern Producte ſich ſo vereinigen, daß ſie entweder ein einziges oder mehrere miteinander gemiſchte Silikate bilden.

D'Arcet hat zwar gefunden, daß entglaſtes Bouteillenglas an Gewicht nicht viel verloren hatte; dieſes kann auch der Fall ſeyn, wenn der vom Eiſenoxydul abſorbirte Sauer-

ſtoff an Gewicht gleich iſt dem Gewicht des verflüchtigten Kalis.

Die chemiſchen Veränderungen, welche im entglaſten Bouteillenglaſe zu beobachten ſind, beſtehen daher

1.) In dem theilweiſen oder gänzlichen Verluſt des Kalis.

2.) In dem Übergang eines Theils oder der ganzen Menge von Eiſenoxydul und Manganoxydul in Oxyd.

3.) In der Bildung eines oder mehrerer beſtimmter und kryſtalliſirter Silikate, aus den rückſtändigen Producten.

1378. Die zweite Entglaſungsart bemerkt man oft allein, noch öfter aber zu gleicher Zeit mit der Vorigen. Bontems theilte mir die Reſultate eines im Großen auf der Glashütte zu Choiſy le Roi angeſtellten Verſuches mit, welche von den Vorigen ganz verſchieden waren. Man hatte aus 100 Thl. Sand und 40 Thl. kohlenſaurem Natron ein vollkommen reines und trocknes Glas gewonnen. Dieſes ſchnell abgekühlte Glas war durchſichtig, wie gewöhnlich. Es wurde aufs neue geſchmolzen und langſam abgekühlt, ſo daß der Übergang in den feſten Zuſtand allmählich erfolgte; man erhielt dadurch theilweiſe milchartiges, körniges und vollkommen entglaſtes Glas. Die entglaſten Theile wurden hierauf wieder geſchmolzen und ſchnell abgekühlt: dadurch erhielt man aufs neue gewöhnliches durchſichtiges Glas. Dieſes abermals geſchmolzen und erkaltet, gab eine vollkommenere Entglaſung als das erſte Mal. Endlich lieferten die am beſten entglaſten Theile beim nochmaligen Schmelzen und ſchnellen Erkalten wiederum gutes gewöhnliches Glas. Dieſer merkwürdige Verſuch beweiſt hinlänglich, daß beim langſamen Erkalten des Glaſes eine Theilung der Grundbeſtandtheile erfolgt und ſich nach beſtimmten Proportionen zuſammengeſetzte kryſtalliniſche Silikate bilden, die ſich von der übrigen Maſſe trennen.

In den Sammlungen der polytechniſchen Schule zu Paris befindet ſich eine von dem Boden eines Glashafens losgemachte Glasmaſſe. Die Oberfläche desſelben beſteht aus einer undurchſichtigen, weißen kryſtalliſirten Rinde, die aus einige Millimeter dicken Nadeln zuſammengeſetzt iſt.

Die übrige Maſſe iſt vollkommen durchſichtig, man bemerkt jedoch im Innern eine Menge weißer, undurchſichtiger Prismen, ähnlich der äußern Rinde, bald iſolirt, bald in Gruppen von zwei, drei ꝛc. ſternförmig vereint, oft aber auch noch zahlreicher und dann Sphäroide bildend. Die Entglaſung auf der Oberfläche iſt hier ſonach in Folge der Verflüchtigung des Kalis geſchehen, im Innern der Maſſe aber wegen der Sonderung, die durch langſames Abkühlen oder Erkalten erfolgt.

Die Ergebniſſe der Analyſe beider Glasarten ſind

	Durchſichtiges Glasſtück.	Kryſtalliſirtes Glasſtück.		
Kieſelerde	64,7	68,2	= 36,14	Sauerſt.
Alaunerde	3,5	4,9	= 2,28	—
Kalk	12,0	12,0	= 3, 3	—
Soda	19,8	14,9	= 3, 8	—
	10,00	100,0		

Hieraus geht hervor, daß im kryſtalliſirten Glas im Augenblick des Kryſtalliſirens eine Menge Natron abgeſchieden worden ſeyn muß. Ferner findet im durchſichtigen Glas kein einfaches Verhältniß der Beſtandtheile nach beſtimmten Proportionen Statt, während dieſes beim kryſtalliſirten Glas der Fall iſt. Es beträgt der Sauerſtoff der Alaunerde ein Drittel von dem des Kalkes und des Natrons, und der Sauerſtoff ſämmtlicher drei Baſen iſt genau ein Viertel von dem der Kieſelerde. Es iſt ſonach dies kryſtalliſirte Glas ein Gemiſch von 1 Atom vierfach kieſelſaurer Alaunerde mit 3 Atomen vierfach kieſelſaurem Natron oder Kalk, dieſes gleicht ſonach hinſichtlich der Zuſammenſetzung dem ordinären Tafelglaſe.

1379. Es iſt alſo demgemäß nicht unwahrſcheinlich, daß im Augenblicke, wo das Glas durch langſames Abkühlen erſtarrt, ſich beſtimmte ſtrengflüſſige Verbindungen aus der Hauptmaſſe ſondern und kryſtalliſiren.

Wenn auch durch obige Analyſen die Frage noch nicht beantwortet iſt, ſo würden ſie doch genügend beweiſen, daß alle Gläſer nach beſtimmten Proportionen gebildete Silikate, oder wenigſtens Gemenge verſchiedener ſcharf beſtimmter Silikate ſind, welche einander wechſelſeitig auflöſen können.

Man iſt demnach anzunehmen berechtigt, daß je länger das Erſtarren einer Glasmaſſe verzögert wird, um ſo mehr werden ſich daraus allmählig immer ſchmelzbarere Gemiſche abſcheiden und die alkaliſche Baſis wird ſich nach und nach immer mehr in den Rückſtänden anhäufen.

Man begreift hieraus leicht, was beim Erſtarren der Laven vorgeht, die ſo viel Ähnlichkeit mit den Producten haben, womit wir uns jetzt beſchäftigen, und es läßt ſich hiernach die Bildung der Kryſtalle, die im Innern der Maſſen zerſtreut ſind, erklären.

Überhaupt alſo iſt das Entglaſen eine Kryſtalliſation, welche von der Bildung beſtimmter, bei der Temperatur des Entglaſens nicht mehr flüſſiger Verbindungen abhängt. Dieſe Strengflüſſigkeit wird herbeigeführt, entweder durch die Verflüchtigung der alkaliſchen Baſis, oder durch eine einfache Sonderung, wobei das Alkali dann in denjenigen Theil des Glaſes übergeht, welcher ſeine Glasnatur beibehält. Jedes Glas kann alſo entglaſt werden, denn alle Gläſer können beſtimmte Silikate bilden, welche, da ſie nach beſtimmten Proportionen zuſammengeſetzt ſind, auch kryſtalliſationsfähig ſind. Diejenigen Gläſer, welche indifferente und baſiſche Oxyde zugleich enthalten, entglaſen leichter als die andern, in Folge des Strebens beider Arten von Oxyden, ſich in beſtimmten Proportionen zu vereinigen. Die entglaſten Gläſer beſitzen ſehr veränderliche Eigenſchaften, denn ihre Zuſammenſetzung iſt verſchieden nach der Beſchaffenheit des Glaſes ſelbſt, ſo wie auch nach den bei der Entglaſung obwaltenden Umſtänden. Es iſt demnach das entglaſte Glas bald aufgebläht, oder in mehr oder minder großen Nadeln kryſtalliſirt; dieſes findet bei dem Tafelglas Statt. Bald kryſtalliſirt es dagegen in ſehr feinen Nadeln oder verwandelt ſich ganz einfach in eine opalartige nicht kryſtalliniſche Maſſe, wie dieß bei dem Bouteillenglas der Fall iſt.

1380. Wenn das Glas bis zum Erweichungspunkt erhitzt worden iſt und nachher ſchnell abgekühlt wird, ſo iſt es ſehr ſpröde; wird es dagegen ſehr langſam abgekühlt, ſo hält es bedeutende Erſchütterungen aus, ohne zu zerbrechen

und leidet ſelbſt bei ſchnellem Temperaturwechſel nicht. Man verglich dieſe Erſcheinungen mit dem Härten des Stahls, und obgleich die davon gegebenen Erklärungen nicht genügend ſind, ſo wollen wir doch der praktiſchen Wichtigkeit wegen dieſen Gegenſtand etwas näher beleuchten.

Man kann ſich von der Richtigkeit dieſer Thatſache im Allgemeinen äußerſt einfach überzeugen; nimmt man nämlich geſchmolzenes Glas und läßt es tropfenweiſe in kaltes Waſſer fallen, ſo erſtarrt jeder Tropfen ſogleich und nimmt Thränenform an; die kleine Maſſe, welche ſich auf dieſe Weiſe losriß, zog zuerſt einen Faden, bevor ſie ſich ganz von der Pfeife ablöſte. Man bekommt ſo eine mehr oder minder voluminöſes, ſphäroidiſches oder längliches Glasſtückchen, welches ſich in einen fein ausgezogenen Faden (Schwanz) endigt. Die Oberfläche dieſes Glaſes iſt härter als gewöhnlich; allein ſobald man den Schwanz abbricht, ſo zerſpringt die ganze Glasmaſſe mit einer leichten Detonation in unzählige Splitter. Dieſe Glastropfen ſind allgemein bekannt unter dem Namen Glasthränen (larmes bataviques).

Man erklärt dieſe Erſcheinung, indem man annimmt, daß durch das Eintauchen in kaltes Waſſer die Glasoberfläche plötzlich erſtarre, indem die innern Theile noch glühend und mithin ſehr ausgedehnt ſind. Wenn nun dieſe Letztern erſtarren und erkalten, ſo bleiben in denſelben Adhäſionspunkte, durch welche ſie mit der Oberfläche zuſammenhängen und folglich nehmen ſie einen größern Raum ein, als ihnen vermöge der Temperatur, auf welche ſie reduzirt wurden, zukäme; die innern Theilchen ſind demnach weiter von einander entfernt, als gewöhnlich und erzeugen folglich eine ſtarke Spannung gegen außen. So bald nun ein Theil der äußern Hülle zerbricht, ſo ziehen ſich die von ihr gehaltenen Theile ſchnell zuſammen, wirken zugleich auf alle Übrigen und beſtimmen ſo eine Menge Punkte ſich loszureißen; da dieſe Wirkung augenblicklich erfolgt, ſo wird jedes Stückchen mit Gewalt fortgeſchleudert, und verdrängt die Luft, die ſich ihm entgegen ſetzt; dieſe Flüſſigkeit erleidet ſonach eine ſchnelle Ausdehnung und Zuſammenziehung, woraus dann die Detonation erklärt werden kann.

Eine ähnliche Erſcheinung bieten die ſogenannten Bologneſer Flaſchen oder Springkolben dar. Es ſind dieß kurze, dicke und an einem Ende geſchloſſene Röhren, welche in den Kryſtallglashütten gemacht werden, um die Qualität des noch im Hafen befindlichen Glaſes während der Schmelzung zu beurtheilen. Dieſe Kölbchen ſind ſehr dick, weil man aus ihnen die Färbung der Gläſer erkennen will; gewöhnlich werden ſie ſchnell gekühlt, weil ihr Zweck keine beſondere Sorgfalt in dieſer Hinſicht erheiſcht. Man beſchleunigt ſogar das Abkühlen, indem man die noch an der Pfeife hängende Glasmaſſe in der Luft ſchwingt. Dadurch wird nun der kleine Kolben in einen den Glasthränen ähnlichen Zuſtand verſetzt. Die innern Theile ſind langſam und die äußern dagegen ſehr ſchnell gekühlt worden; wenn man an dieſe Röhren außen ſelbſt ziemlich ſtark ſchlägt, ſo zerbrechen ſie nicht, während die geringſte Erſchütterung von innen ſie in Splitter mit einer Detonation zerſpringen macht, ähnlich der, welche bei den Glasthränen Statt findet. Ein Stückchen Glas oder ein Steinſplitter, welche man hinein fallen läßt, bewirken dieſes Zerſpringen ſchon.

Ähnliche Erſcheinungen zeigen ſich auch an etwas dicken im Handel vorkommenden Glasgefäßen. Durch einen geringen Temperaturwechſel wird oft das plötzliche Zerſpringen derſelben veranlaßt, ohne daß ſonſt noch eine Urſache mitzuwirken ſcheint. Es iſt begreiflich, daß je dicker das Glas iſt, deſto leichter werden dieſe Erſcheinungen Statt haben. Die etwas dicken, ungleich ſtarken Glasröhren zerſpringen vorzüglich gern und der Riß ſetzt ſich gewöhnlich der ganzen Röhrenlänge nach fort. Allein man nimmt mit den Glasröhren gewöhnlich nicht jene beſondere Operation vor, mittelſt welcher man den ordinären Gläſern mehr Dauerhaftigkeit zu geben ſucht.

1381. Dieſe Operation, welche **Kühlen** heißt, beſteht darin, daß man das Glas ſehr langſam erkalten läßt. Man bewirkt dieß auf verſchiedene Weiſe; bald bringt man das Glas in beſondere Kühlöfen, welche man bis zur Rothglut erhitzt und dann langſam erkalten läßt, indem man alle Öffnungen deſſelben wohl verſtopft. Bald kühlt man in lan=

gen Gallerien, in welche man Blechkiſten ſtellt, die durch Hacken miteinander verbunden werden. Die Gallerie wird von einem einzigen Punkt aus geheizt. In dem bezeichneten Raum ſtehen die Käſten, welche das Glas enthalten und kühlen ſo beliebig langſam ab, je nachdem man ſie früher oder ſpäter herausnimmt. Dieſe Einrichtung iſt die beſte, denn der geheizte Raum erkaltet nie und das Glas kann ſo leicht gehandhabt werden, indem man auf der einen Seite das gekühlte Glas heraus nimmt und auf der andern Seite neugeblaſenes hinein ſchiebt. Dieſes Ofenſyſtem ſollte bei allen Fabrikationszweigen eingeführt werden, wo es darauf ankommt, einen Stoff bis auf einen beſtimmten Hitzgrad zu bringen und wobei es erforderlich iſt, ſowohl die Erhitzung als auch die Abkühlung langſam zu bewerkſtelligen. Ganz ähnlich verhält es ſich mit dem Brennen der Töpferwaaren.

Es ſcheint als ließe die Kühlung des Glaſes ſtets noch etwas zu wünſchen übrig, denn entweder iſt ſie ſchlecht gerathen, oder ſie hat überhaupt kein dauerhaftes Glas geliefert. Für einige Gegenſtände wendet man eine höchſt einfache Kühlungsmethode an, die aber, wenn man ſich derſelben im Großen bedienen wollte, ſehr koſtſpielig wäre. Man ſtellt nämlich die Glasgefäße in einen Keſſel und ſondert ſie durch etwas Heu oder Stroh von einander ab. Das Gefäß wird ſodann mit Waſſer angefüllt und dieſes zum Sieden gebracht, worauf man das Ganze langſam erkalten läßt. Die ſo gekühlten Glasgefäße ſind gegen jeden ſchnellen Temperaturwechſel geſichert, welcher innerhalb von 100° Statt findet. Man könnte zu dieſem Zwecke auch ein Bad von irgend einer Salzlauge, ein Ölbad oder eine leicht ſchmelzbare Metalllegirung anwenden, und ſomit dieſe Methode auf größere Temperaturabſtände ausdehnen.

Die Wirkſamkeit dieſes Verfahrens beruht auf dem großen Unterſchiede, welcher zwiſchen Wärmeleitungsfähigkeit der Luft und dieſer Flüſſigkeit exiſtrt. Es iſt keinem Zweifel unterworfen, daß bei der Operation des Kühlens in der Luft verſchiedene Punkte auf der Oberfläche nicht gleichmäßig erkalten, was dagegen niemals in einer tropfbaren Flüſſigkeit Statt finden kann.

Es iſt eine bekannte Sache, daß ſolche Glasgefäße, welche in den Laboratorien durch Zufall auf ähnliche Weiſe gekühlt worden ſind, ſehr ſchnelle Temperaturwechſel, ohne zu zerſpringen, vertragen können.

1382. Wenn das Glas nicht gekühlt worden iſt, ſo läßt es ſich ſehr leicht ſchneiden, indem man es einem ſchnellen Temperaturwechſel ausſetzt; es bekommt dann ſogleich einen ſehr reinen Riß auf der entweder ſehr ſchnell erwärmten oder erkalteten Stelle. Die Glasbläſer benützen dieſe Eigenſchaft beſtändig, um die geformten Gefäße von der Pfeife abzulöſen, ſie in verſchiedenen Richtungen zu durchſchneiden ꝛc. Sobald aber das Glas gekühlt iſt, ſo läßt es ſich ſo leicht auf dieſe Weiſe abſprengen. Man muß dann gewöhnlich einen Feilſtrich geben, um einen Riß hervorzubringen. Iſt das Glas nur erſt durch die Feile etwas geritzt worden, ſo erwärmt man es mit einem rothglühenden Eiſen oder einer brennenden Kohle und läßt dann auf die erhitzte Stelle einen Tropfen Waſſer fallen, wodurch ſodann das Glas plötzlich einen Riß bekommt; dieſer Riß läßt ſich leicht weiter führen, wenn man es an der geſprungenen Stelle aufs neue mit einem heißen Körper berührt. Die Ausdehnung, welche die in der Spalte befindliche Luft erleidet, ſucht dieſe erweitern, wozu noch die ungleiche Ausdehnung des Glaſes ſelbſt kommt, um dieſe Wirkung hervorzubringen. Man bedient ſich in den Laboratorien ſehr häufig dieſes Mittels, um Gläſer von verſchiedener Form abzuſchneiden, und wendet dazu die Sprengkohle (S. Bd. I. S. IV.) an. Dieſe Kohle brennt in der Luft ſehr langſam, ſobald ſie aber an der brennenden Stelle angeblaſen wird, ſo entwickelt ſie viel Wärme und bildet ſtets eine glühende koniſche Spitze. Daſſelbe leiſten die von Le Baillif empfohlenen in einer Auflöſung von ſalpeterſaurem Blei gekochten Holzſtäbchen, welche beim Verbrennen eine zum Abſprengen des Glaſes hinreichende Hitze entwickeln.

Man wendet dieſe Mittel vorzüglich bei cylindriſchen und ſphäroidiſchen Gläſern an; das flache Glas dagegen läßt ſich ſehr leicht mit dem Diamant ſchneiden. In dieſer

Beziehung machte Wollaſton ſehr ſcharfſinnige Beobachtungen.

1383. Der Diamant ritzt zwar immer das Glas, allein unter gewiſſen Umſtänden ſchneidet er es auch. Es iſt in der That zu bewundern, daß man, obgleich der Diamant ſeit undenklichen Zeiten zum Glasſchneiden angewendet wird, ſeither von dieſer Eigenſchaft noch keine genügende Erklärung zu geben wußte; erſt Wollaſton unterſuchte dieſen Gegenſtand in der letzten Zeit näher.

Ritzen und ſchneiden ſind weſentlich von einander verſchieden; im erſten Fall wird die Oberfläche unregelmäßig zerriſſen und erhält eine unebene Furche; im zweiten Fall dagegen entſteht eine zuſammenhängende Spalte, welche ununterbrochen von einem Ende des Tafelglaſes bis zum andern fortgeführt werden kann. Der geſchickte Glasſchneider giebt nur einen ſchwachen Druck an einem Ende dieſer Linie und die Spalte wird dann leicht bis zum andern Ende fortgeführt.

Es iſt ſchon lange bekannt, daß härtere Körper als Glas, daſſelbe ritzen, aber man glaubte, daß nur der Diamant allein es ſchneiden könne; Wollaſton aber hält dafür, daß zwar deſſen große Härte dieſer Wirkung eine Dauer ſichert, daß aber dieſe Eigenſchaft von einem mechaniſchen Effekt abhänge, der auch andern Körpern eigen ſeyn dürfte.

Wird ein Diamant geſchliffen, ſo ſind ſeine ſämmtlichen Flächen faſt eben und folglich ſind die Linien oder Kanten, in welchen ſie ſich ſchneiden, gerade; allein in den natürlichen Diamanten, welche die Glaſer beſtändig anwenden, und welchen ſie immer den Vorzug gaben, ſind die Flächen gewöhnlich krumm, ſo daß dadurch auch krumme Kanten entſtehen. Setzt man nun den Diamant ſo an, daß eine ſeiner Kanten nahe an ihrem Ende das Glas an derjenigen Stelle tangirt, an welcher man eine Spaltung erzeugen will, und wenn die beiden, die Kante bildenden Flächen gleich gegen die Glasoberfläche geneigt ſind, ſo hat man den Bedingungen genügt, welche die Operation leicht machen. Da die Krümmung der Kante nicht bedeutend iſt, ſo ſind die Grenzen der

Neigung ſehr genähert; wenn nun der Griff, in welchen der Diamant gefaßt iſt, zu hoch oder zu niedrig gehalten wird, ſo bildet das eine Ende der krummen Linie einen Winkel gegen das Glas und dieſer Punkt ritzt dann ſehr unregelmäßig. Findet dagegen der Kontakt gehörig Statt, ſo erhält man durch den von jeder Seite gleich ſtark geübten Druck der beiden Diamantflächen eine einfache Spalte. Durch dieſes Mittel ſuchen die zuſammenhängenden Theile der Glasoberfläche ſich zu trennen und zwar mehr als die Elaſtizität der untern Theile es erlaubt, wodurch eine nicht ſehr tiefe Spalte entſteht.

1384. Man könnte vermuthen, daß die Schwäche des Glaſes in dem vom Diamant gefurchten Theil die Richtung des Rißes beſtimme, allein der Grund dieſer Furche iſt, verglichen mit einer Spalte, ſehr breit. Bisweilen wirkt die Kraft, welche das Glas zerbrechen ſoll, in einer größern Ausdehnung und ſogar in einer falſchen Richtung; zuweilen iſt ſie nach und nach gegen verſchiedene Punkte der mathematiſchen Linie gerichtet, welche den Grund der Spalte bildet und folgt immer der nämlichen Richtung, weil die Adhäſion der Theilchen äußerſt leicht zerſtört werden kann.

Die durch den Diamant hervorgebrachte Spalte ſcheint nicht tiefer als ein $\frac{1}{200}$ Zoll zu gehen; Wollaſton überzeugte ſich, daß man die Richtung des Bruches beliebig nach verſchiedenen Punkten hinleiten kann, ſobald man ſelbſt nur einen Theil der Oberfläche furcht; aus mehreren Verſuchen fand er, daß bei dieſer Operation die Dicke des Glaſes nicht mehr als um $\frac{6}{1000}$ Zoll vermindert wurde.

Da von der Form der Diamantkante der Hauptеffekt abhängt, ſo würden auch andere hinreichend harte Mineralien ähnliche Reſultate geben, wenn man ſie mit etwas gekrümmten Kanten verſähe. Nachdem Wollaſton einem Saphir, einem Rubin, einem Stückchen Bergkryſtall und einigen andern Körpern dieſe Geſtalt gab, fand er jeden mehr oder minder lange Zeit tauglich zur Hervorbringung reiner Spalten am Glaſe. Es ſcheint nicht unwahrſcheinlich zu ſeyn, daß die lange Dauer der ſchneidenden Diamanten davon herrührt, daß die Härte in der Rich-

tung der natürlichen Kanten des Kryſtalls größer iſt, als an jeder andern Stelle. Man bemerkte auch ſchon an einigen, in verſchiedenen Richtungen leicht zu ſchneidenden Kryſtallen, daß ſie je nach der Richtung ihrer Flächen verſchieden hart ſind.

1385. Das glühende Glas iſt ungemein dehnbar und geſchmeidig; auf dieſer Eigenſchaft beruht die ganze Kunſt des Glasbläſers. Bei Verfertigung der gewöhnlichen Glasarbeiten wird das Glas nicht zu dem äußerſten Grade ſeiner Dehnbarkeit gebracht, dieß geſchieht aber bei der merkwürdigen Kunſt des Glasſpinnens.

Beim Glasſpinnen wird das erweichte glühende Glas mittelſt eines Rades in feine Fäden ausgezogen, indem es auf daſſelbe aufgehaspelt wird. Man ſpinnt auf dieſe Weiſe das Glas erſtaunlich ſchnell.

Zieht man ein Stück hohles Glas in die Länge, ſo bleibt es ihnen ſtets hohl, wenn auch der Faden außerordentlich fein ausgezogen wird. Deuchar nahm ein Stück einer Thermometerröhre, von ſehr kleinem innern Durchmeſſer und zog es in einen feinen Faden aus. Das Rad, deſſen er ſich bediente, hatte 3 Fuß im Umfang und da es 500 Umdrehungen in einer Minute machte, ſo erhielt er einen 30000 Meter langen Faden in einer Stunde; der Glasfaden, den er auf dieſe Weiſe erhielt, war außerordentlich dünn und ſein innerer Durchmeſſer war demnach kaum mehr zu berechnen. Dieſer Faden war jedoch noch hohl, denn als derſelbe in 1½ Zoll lange Stücken geſchnitten und auf den Rezipienten einer Luftpumpe ſo gebracht wurde, daß das eine Ende außerhalb und das andere innerhalb desſelben ſich befand, ſo drang Queckſilber in äußerſt feinen glänzenden Strahlen durch, wenn man den Rezipienten von Luft entleerte.

Ein Faden, der aus einem kleinen, mit dem Diamant zerſchnittnen Stück Fenſterglas geſponnen wurde, war äußerſt glänzend; unter dem Mikroscop geſehen, zeigte er eine durch vier Seiten abgeplattete Form. Wahrſcheinlich rührte ſein Glanz von dieſer beſondern Form her, den die aus einem runden Stück Glas geſponnenen Fäden haben ſtets ein mat-

tes, dunkles Anſehen. Vereinigt man Glas von verſchiedenen Farben in eine einzige Röhre, ſo behält der daraus geſponnene Faden ſtets die urſprünglichen Farben bei, ohne daß ſich dieſe miteinander vermiſchten, oder ohne daß irgend eine Unterbrechung derſelben zu bemerken wäre; allein die meiſten werden trübe und ſchmutzig, beſonders das Gelb, welches faſt ganz verſchwindet; das Schwarz geht bisweilen in Braun über; die Purpurfarbe und das Grün werden wenig verändert, und das Blau hält ſich am beſten.

Die fein geſponnenenen Glasfäden ſind faſt ſo biegſam wie Seide, und können gleich dem gewöhnlichen Garn aufgewickelt und zu verſchiedenen Zierrathen verarbeitet werden. Beim Anfühlen haben ſie viel Ähnlichkeit mit den Haaren und können gleich dieſen durch heiſe Eiſen gelockt werden. Die ſchwarzen Glasfäden gleichen den ſchwarzen Haaren ſo ſehr, daß ſie leicht damit verwechſelt werden können. Es iſt eine bekannte Sache, daß im vorigen Jahrhundert Perücken von Glasfäden verfertigt wurden, daß man ſich derſelben jetzt bisweilen noch bedient um recht glänzende Federbüſche daraus zu machen, und daß man ſogar Stoffe daraus gewebt hat. Vielleicht nimmt einſt die Mode ſich dieſes Induſtriezweiges wieder an. Man behauptet, daß der Gebrauch dieſer Glaskleidungsſtücke gefährlich werden kann, da abgebrochene Glasfäden beim Athmen in die Lungen gebracht werden können, dieß iſt jedoch ſehr unwahrſcheinlich. *)

1386. Das ſpezifiſche Gewicht des Glaſes hängt von ſeiner Zuſammenſetzung ab. Das kalkhaltige Alkaliglas iſt das leichteſte, dann folgt das Bouteillenglas und zuletzt die Bleigläſer, wie aus nachſtehender Angabe zu erſehen iſt:

Böhmiſches Glas . . .	2,396	Fenſterglas . . .	2,642
Kronglas	2,487	Bouteillenglas .	2,732
Spiegelglas v. Saint-Gobin	2,488	Kryſtallglas . .	2,9 — 3,255
desgl. von Cherbourg . .	2,506	Flintglas	3,3 — 3,6 **)

*) Soviel iſt aber doch gewiß, daß die nadelartigen Fragmente der leicht zerbrechlichen Glasfaden ſich leicht in die Haut ſpießen und dann empfindlichen Schmerz und Entzündung erregen. A. u. E.

**) Fraunhofers Flintglas hat ein ſpez. Gew. v. 3,77 und
Faradays „ „ „ „ „ „ 5,44. A. u. E.

Bei Kryſtallglas und Flintglas kann man aus der Dichtigkeit auf die Zuſammenſetzung ſchließen; nicht ſo verhält es ſich bei andern Gläſern, denn die Unterſchiede in dem ſpezif. Gewichte ihrer Beſtandtheile ſind zu unbedeutend. Loyſel ſuchte Formeln aufzuſtellen, nach welchen man aus der Dichtigkeit auf die Zuſammenſetzung ſollte ſchließen können, aber ſie laſſen ſich nicht anwenden. Kaum würde man für die bleihaltigen Gläſer einen Vortheil hieraus ziehen können. Dieſe Verhältniſſe hängen von ſo viel Urſachen ab, daß man, um ſie auf irgend eine Weiſe feſt zu ſtellen, ſich auf gewiſſe Gläſer beſchränken, und ſo feine und vielfache Verſuche machen müßte, daß es beſſer wäre zu den gewöhnlichen Methoden der chemiſchen Analyſe ſeine Zuflucht zu nehmen, welche ſtets die ſicherſten Reſultate gewähren.

1387. Unter den chemiſchen Eigenſchaften des Glaſes verdienen einige einer beſondern Beachtung; hierher gehört die Wirkung der Luft oder der desoxydirenden Körper, die des Waſſers, der Säuren und der Baſen auf daſſelbe.

1388. Die Luft oder der Sauerſtoff äußern im trocknen Zuſtande weder in der Kälte noch in der Wärme eine Wirkung auf das Glas; anders verhält es ſich mit der feuchten Luft, wie wir weiter unten ſehen werden.

Es iſt klar, daß die desoxydirenden Körper im Gegentheil mit Hilfe der Wärme auf die Gläſer wirken können, welche Eiſen- und Manganoxyd und beſonders Bleioxyd enthalten. Erhitzt man z. B. bleihaltige Gläſer mit Kohle oder in einem Strom von Waſſerſtoffgas, ſo verändern ſich dieſelben ſogleich. Das Bleioxyd wird reduzirt und das metalliſche Blei färbt dann das Glas ſchwärzlich. Dieſe Erſcheinung ſtellt ſich ſo ſchnell ein, daß man das Bleiglas nicht vor der Glaslampe erhitzen kann, ohne daß es ſich ſogleich ſtark ſchwärzt, wenn man nicht beſondere Vorſicht anwendet. Am beſten iſt es, wenn man zu Vermeidung dieſes Übelſtandes etwas Seife auf den Lampendocht bringt; die Flamme erhält ſogleich ein anderes Anſehen und das Kryſtallglas wird nicht mehr ſchwarz. Wahrſcheinlich verändert die Seife die Capillarität des Dochtes und vermindert das Aufſteigen des Öls. Diejenigen Gläſer, welche nur Kieſelerde und erdige

oder alkaliſche Baſen enthalten, werden nie reduzirt, dagegen erleiden die übrigen darin vorkommenden Oxyde eine Reduktion, durch diejenigen Stoffe, welche ſie auch im freien Zuſtande reduziren würden, allein dieſe Reduktion wird immer nur ſchwierig bewirkt.

1389. Das Waſſer wirkt nicht auf Glas, allein mehrere Glasarten ſucht es in auflösliche alkaliſche Silikate und in unauflösliche erdige und alkaliſche Silikate zu zerſetzen. Es bewirkt faſt dieſelbe Sonderung im Glaſe, welche auch eine Folge der langſamen Erkaltung oder der Entglaſung iſt. Das Tafelglas oder das ähnlich zuſammengeſetzte Glas wird ſehr ſtark durch ſiedendes Waſſer auf ſolche Weiſe verändert, was ſchon Scheele beobachtete. Läßt man Glas längere Zeit in ſiedendem Waſſer, ſo wird dieſes endlich alkaliſch und trübt ſich durch das darin unauflösliche erdig-alkaliſche Silikat, welches ſich von der Glasoberfläche ablöſt und nun im Waſſer aufgeſchwemmt bleibt. Dieſe Wirkung zeigt ſich vorzüglich am Kronglas, am Spiegelglas und einigen andern Glasarten ſo ſtark, daß ſolche fein pulveriſirt mit kaltem Waſſer zuſammengebracht, dieſes alkaliſch reagiren machen. Dieſelben Gläſer zeigen ſich auch immer ziemlich hygrometriſch, wenn man ſie feuchter Luft ausſetzt.

Es laſſen ſich aus dieſer Wirkung des Waſſers viele Erſcheinungen erklären, welche man am Glaſe und vorzüglich am Kalk- und Natron- oder Kaliglas beobachtete. Sehr oft werden die polirten Spiegelgläſer an der Luft matt und dieſes rührt von hygrometriſchem Waſſer her; etwas ähnliches bemerkt man auch an den Gläſern optiſcher Inſtrumente. Iſt das Glas gut, ſo dürfen Erſcheinungen dieſer Art nicht vorkommen, iſt es aber zu alkaliſch, ſo wird die Oberfläche allmählig vom adhärirenden Waſſer angegriffen und es findet eine der weiter oben betrachteten ähnliche Zerſetzung Statt; iſt das Glas einmal matt geworden, ſo muß es dann aufs Neue polirt werden. Zuweilen iſt dieſe matte Beſchaffenheit kaum ſichtbar, obſchon das Glas ſehr verändert worden iſt und man bemerkt es erſt, wenn man das Glas erwärmt. Die Oberfläche ſchuppt ſich ſehr dünn ab, wie dieß zuweilen auch am Porzellan zu bemerken iſt. Die Glas-

ſchüppchen ſind ſehr dünn, löſen ſich ganz ab und bilden eine Art mehligen Staub, während die Glasfläche ganz matt, runzelig und trübe iſt. Glasröhren, Kolben, Retorten und ſelbſt Kelchgläſer, welche in den Laboratorien lange der feuchten Luft ausgeſetzt ſind, bieten dieſe Erſcheinungen häufig dar. In dieſem Zuſtand können die Glasröhren nicht vor der Lampe erhitzt werden, ohne ihre Politur ganz zu verlieren. Bei Uhrgläſern zeigt ſich ſehr häufig daſſelbe; auch an optiſchen Gläſern iſt dieſe Erſcheinung zu bemerken, und es ſcheint, als wenn die polirten Gläſer leichter als die gewöhnlichen eine ſolche Veränderung erlittten. Unpolirte Gläſer ſind immer glänzender und härter, was vom Kühlen herzurühren ſcheint, das mit dem Härten verglichen werden kann. Hieraus läßt ſich genügend erkären, warum die polirten Gläſer leichter angegriffen werden, denn indem der äußere harte Überzug weggenommen worden, ſind die innern Theile der Einwirkung des Waſſers blosgeſtellt.

Alte Fenſtergläſer an Gebäuden haben häufig ihre glänzende Oberfläche verloren und ſind ganz matt geworden, was derſelben Urſache zuzuſchreiben iſt. Sobald das hygrometriſche Waſſer das Glas angegriffen hat, ſo zerſpringt die Oberfläche bei dem geringſten Wechſel der Temperatur, hierdurch wird es nun matt und die Glasſchüppchen löſen ſich dann leicht ſchon bei ſchwachem Reiben ab. Es zeigt ſich dieß vorzüglich an Stallfenſtern, welche ſchon nach einigen Jahren dergeſtalt verändert ſind, daß man daran alle Erſcheinungen der Zerſtreuung des Lichtes beobachten kann, welche dünne Blättchen hervorbringen. Dieſe iriſiren zuweilen äußerſt brillant. *)

*) Dieſelbe Urſache hat auch die alten Gläſer verändert, welche man in Ruinen und Gräbern findet, und deren Oberfläche zuweilen ganz zerſetzt iſt. Dieſe iſt trübe und durch gelindes Reiben löſen ſich zarte, leichte Häutchen ab, welche alle Regenbogenfarben beſitzen. Wenn man die zerſetzte äußere Oberfläche einer Phiole abnimmt, ſo ſcheint ſie verzinnt zu ſeyn, was von der innern zerſetzten Glasfläche herrührt, welche vermöge ihrer vollkommnen Undurchſichtigkeit alles Licht, welches noch durch das durchſichtige Glas dringt, wieder reflektirt. Man findet demnach hier nur noch ſtärker die nämlichen Effekte, welche ſich ſo häufig an Stallfenſtern darbieten.

1390. Da das Waſſer allein ſchon ſo kräftig auf das Glas einwirkt, ſo iſt leicht begreiflich, daß das Kali und Natron in konzentrirten Auflöſungen es ebenfalls angreifen können. Dieſe Reaktionsweiſe iſt noch wenig unterſucht worden. In der Rothglühhitze verbinden ſich nicht nur Kali und Natron, ſondern alle kohlenſauren Salze und Baſen der erſten Abtheilung mit den Beſtandtheilen des Glaſes um mehr baſiſche Gläſer zu bilden. Wendet man jene im kohlenſauern Zuſtand an, ſo wird die Kohlenſäure daraus verjagt. Selbſt die durch Hitze nicht zerſetzbaren Oxyde verbinden ſich durch Glühen mit dem Glaſe und bilden durchſichtige oder opake, gefärbte oder farbloſe Gläſer, die entweder mehr oder minder zerſetzbar ſind als das angewendete Glas, je nach der angewendeten Doſis. Sobald man überhaupt die Oxyddoſis ſehr vermehrt, ſo wird dadurch das Glas in Säuren auflöslich. Man thut dieſes bei der Analyſe des Glaſes, wenn man es mit kohlenſaurem Natron, Baryt oder Bleioxyd behandelt.

1391. Die Säuren wirken leicht auf das Glas ein; unter ihnen aber äußert die Flußſäure eine ganz beſondere Wirkung darauf; die übrigen zerſetzen das Glas, indem ſie ſich der Baſen bemächtigen und die Kieſelerde frei machen.

Es giebt Bouteillenglas, welches der Einwirkung des Weins *) widerſteht, das aber demungeachtet ſtark durch Salpeterſäure, Salzſäure und Schwefelſäure angegriffen wird. Wendet man Schwefelſäure an, ſo bilden ſich Kalk-, Eiſen- und Thonerdeſalze nebſt Alaun. Die Säure erzeugt im Innern der Bouteillen kryſtalliniſche Warzen, deren Baſis endlich das Glas durchbohrt. Die Warzen haben zuweilen die Größe einer Bohne; die Kieſelerde wird in dieſem Fall immer als Gallerte ausgeſchieden.

---

*) Da das Bouteillenglas am meiſten Thonerde enthält, ſo wird es von den Säuren am leichteſten angegriffen. Manches Glas dieſer Art wurde ſchon durch den im Weine befindlichen Weinſtein ſo ſchnell angegriffen, daß man bereits nach wenigen Tagen eine ſichtliche Einwirkung bemerken konnte. Das Alaunerdeſalz entfärbt den Wein und ertheilt ihm einen widrigen Geſchmack. Die Bouteille wird angegriffen, es ſetzt ſich ein flockiger Niederſchlag ab und zugleich bilden ſich Kryſtalle von verſchiedenen Salzen.

Die bleihaltigen Gläſer ſind um ſo leichter angreifbar, je mehr ſie Blei enthalten. Gut bereitetes Kryſtallglas widerſteht ſehr gut, auch bei Tafelglas iſt dieß noch der Fall; dagegen werden zu alkalihaltige Gläſer leicht angegriffen. Verliert ein Glas durch die Wärme den Glanz ſeiner Oberfläche, ſo wird es auch ſicher von Säure angegriffen. *)

1392. Es wurde oben erwähnt, daß die Fluorwaſſerſtoffſäure eine beſondere Wirkung auf das Glas äußere. Da nämlich dieſe Säure mit der Kieſelſäure Fluorkieſel und Waſſer (409) bildet, ſo folgt daraus, daß ſie alle Gläſer angreift; ſie würde ſelbſt immer vollkommen und ſchnell darauf einwirken, wenn nicht die Bildung einer gewiſſen Menge von Doppelfluorid von Silicium und Natrium oder von Kalium, Alumium, Calcium oder von Blei, welche ſämmtlich wenig löslich oder unauflöslich ſind, den Kontakt und ſomit die weitere Einwirkung verhinderte.

Die Fluorwaſſerſtoffſäure greift übrigens das Glas ſchnell und leicht an, wenn man viel Säure auf eine kleine Oberfläche wirken läßt. Man benuzt dieſe Eigenſchaft vortheilhaft zum Ätzen des Glaſes und wendet hierzu die Säure entweder als Gas oder in tropfbarer Form an; die gasförmige Säure liefert undurchſichtige Züge, während die mit tropfbarer Säure geätzten Stellen durchſichtig ſind.

Will man mit flußſaurem Gas ätzen, ſo wird das Glas gereinigt, abgetrocknet und mit einer gleichförmigen Firnißſchicht bedeckt. Der Firniß wird aus Wachs und Terpentin bereitet und muß ſo weich ſeyn, daß er durch den Grabſtichel abgehoben werden kann, ohne ſich von der ganzen Platte abzuſchälen; vier Theile Wachs und ein Theil Terpentin liefern

*) Guyton Morveau gründete auf dieſe Wirkung der Säuren eine Methode das Glas zu prüfen. Er bringt das zu prüfende Glas in einen Schmelztiegel, umgiebt es mit käuflichem Eiſenvitriol, bedeckt den Tiegel und erhitzt ihn nun bis zur Rothglut. In der Hitze läßt jenes Salz ſeine waſſerfreie Schwefelſäure fahren, welche um ſo leichter auf das Glas reagirt, je höher die Temperatur iſt. Gute Gläſer halten dieſe Probe aus, ſchlechte dagegen werden mehr oder weniger angefreſſen. Dieſe Probe kann auch durch eine andere erſetzt werden; man pulveriſirt nämlich das Glas und kocht das Pulver mit reiner Salpeterſäure. Die allzu baſiſchen Gläſer werden dann ſchneller und vollſtändiger zerſtört, als diejenigen, welche mit Kieſelerde vollkommen geſättigt ſind.

einen guten Firniß. Sobald das Glas kalt geworden, ſo erſcheint der Firniß etwas trübe, allein noch nicht ſo ſtark, daß man durchzuzeichnen verhindert würde; man fährt hierauf mit dem Grabſtichel der aufgetragenen Zeichnung nach und dringt ſo mit demſelben bis auf die Glasoberfläche ein. Nachdem nun die Zeichnung in den Firniß eingravirt iſt, ſo ſetzt man das präparirte Glas der Einwirkung des flußſauren Gaſes aus. Man wendet zu dem Entzwecke ein Bleikäſtchen oder ein irdenes Gefäß an, und bringt pulveriſirten Flußſpath und konzentrirte Schwefelſäure hinein, welche man wohl untereinander mengt; das Gefäß wird hierauf gelinde erwärmt und das zubereitete Glas oben darauf gelegt. Sobald der Säuredampf ſich zu entbinden angefangen hat, iſt auch nach Verlauf von einigen Minuten die Operation ſchon geendigt; man nimmt das Glas ab, ſchmelzt den Firniß herunter und reinigt es dann mit einem weichen Leinentuch.

Taucht man das Glas, ſtatt gasförmige Flußſäure darauf einwirken zu laſſen, in tropfbare Säure, ſo iſt der Effekt ſchon in wenigen Augenblicken hervorgebracht.

Will man aber eine reine und korrekte Zeichnung mit Mitteltinten und ſtarkem Schatten auf dem Glaſe haben, ſo muß man ein delikateres und etwas umſtändlicheres Verfahren anwenden und ſich eines ganz beſondern Firniſſes bedienen. Hann (Profeſſor am polytechniſchen Inſtitute zu Warſchau) machte in dieſer Beziehung ſehr intereſſante Beobachtungen und ihm gelang es zuerſt, die mannigfaltigſten Zeichnungen in jedem beliebigen Ton auf Glas überzutragen.*)

---

*) Will man eine ſorgfältig ausgeführte Zeichnung auf Glas haben, welche verſchieden tief und recht ſcharf ſeyn ſoll, ſo überzieht man daſſelbe zuerſt mit einem Firniß. Sehr guter Firniß iſt geſottenes Leinöl oder noch beſſer fetter Kopallack, welchen man mit ausgeglühtem Kienruß ſchwärzt, nachdem er recht fein abgerieben und mit Terpentinöl angerührt worden. Der Überzug muß ſehr dünn ſeyn und jede Schicht muß getrocknet werden, bevor man eine neue aufträgt. Sobald man bemerkt, daß das Licht nur noch ſchwierig durch das überzogene Glas dringt, ſo hört man mit dem Überziehen auf. Die Firnißſchicht darf jedoch nicht zu dick ſeyn, weil er ſich ſonſt leicht abſchälen könnte, vorzüglich an ſolchen Stellen, wo ſich die Linien einander ſehr nähern oder ſich kreuzen.

Das präparirte Glas wird nun mit der Zeichnung verſehen, und hierauf der Firniß radirt mit dem Stichel oder einfachen Radirnadeln von verſchiedener Form und Dicke. Größerer Bequemlichkeit wegen erleuchtet

Fabrikation des Glaſes.

1393. Wir haben keine zuverläſſigen Nachrichten über das Verfahren, welches die Alten bei der Glasbereitung anwendeten. Agrikola beſchrieb dieſe Kunſt zuerſt, allein ſeit jener Zeit hat ſowohl die Bereitungsart als die Natur der angewendeten Stoffe einzelne Veränderungen erlitten.

Die dem Werke beigefügten Kupfertafeln überheben uns einer nähern Beſchreibung der Glasöfen. Die zu verglaſenden Stoffe werden faſt immer vorher gefrittet, und dann in Schmelzhäfen von feuerfeſtem Thon der erforderlichen Temperatur ausgeſetzt. Man ſteigert die Hitze, bis die Glasmaſſe gleichartig und rein geworden iſt und vermindert ſolche hierauf ſo weit, bis das Glas die zum Verarbeiten nöthige Konſiſtenz erhalten hat.

1394. Die im Schmelzhafen vorgehenden Reaktionen ſind leicht erklärlich. Miſcht man nämlich Kieſelerde, kohlenſaures Natron und kohlenſauren Kalk, ſo bemächtigt ſich Erſtere des Natrons und Kalkes, während ſich die Kohlenſäure entbindet. Derſelbe Fall tritt ein, wenn man Kieſelerde, kohlenſaures Kali und Mennig miteinander mengt und ſchmelzt; die Letztere verwandelt ſich in Bleioxyd, welches

---

man die Zeichnung von der Unterſeite, indem man das Glas auf ein durchbrochenes, gegen das Fenſter unter einem Winkel von 45° geneigtes Pult legt. Auf dem ſo geſtellten Glas laſſen ſich noch die feinſten Partien leicht unterſcheiden.

Nach Vollendung der Zeichnung wird mit flüſſiger Flußſäure geätzt, allein ehe man dieſe Operation beginnt, muß man ſowohl die Säure als das Glas probiren. Man ſtellt dieſe vorläufige Probe mit einem überfirnißten Glasſtück an; dieſes wird in fünf bis ſechs Theile getheilt, auf jeder Abtheilung zeichnet man mit der Nadel einige Linien und beſtreicht dieſe ſodann mittelſt eines Pinſels von Minute zu Minute mit flüſſiger Fluorwaſſerſtoffſäure. Hat die Säure eine Minute lang auf die letzte Abtheilung gewirkt, ſo iſt ſie zwei Minuten auf der Vorhergehenden und ſechs Minuten auf der Erſtern geblieben. Man ſpült nun die Säure mit Waſſer ab und nimmt den Firniß mit einem Meſſer und mittelſt Terpentinöl weg. Nach dieſer Probe iſt es nicht mehr ſchwer die Zeit zu beſtimmen, welche die Säure auf der Zeichnung bleiben darf, um das gewünſchte Reſultat zu erhalten. Man trägt nun die Säure auf die Zeichnung ſelbſt mittelſt eines Kameelhaarpinſels auf und nachdem man ſie ſo lange darauf gelaſſen als die Probe es beſagte, wäſcht man mit Waſſer ab und nimmt den Firniß weg.

ſich nachher nebſt dem Kali mit der Kieſelerde vereinigt. In dem letztern Fall findet alſo zuerſt eine Entbindung von Sauerſtoff und dann von Kohlenſäure Statt.

Dieſe Gasentbindungen, welche beſtändig die Glasbildung begleiten, erklären auch die ſo häufige Anweſenheit von Blaſen in der Glasmaſſe. Zur Verjagung dieſer Blaſen muß man die Temperatur ſehr ſteigern, damit das Glas leichtflüſſig werde. Da aber das Kali und Natron ſich bei ſo hohen Hitzgraden verflüchtigen, ſo muß man zur Miſchung mehr von dieſen Alkalien nehmen, als im Glaſe ſelbſt bleibt.

Die hohe Temperatur iſt vorzüglich auch dann nöthig, wenn man unreine Alkalien anwendet. Die Gegenwart von Chloriden und von ſchwefelſauren Salzen, welche ſchmelzen ohne ſich mit dem Glas zu vermiſchen, veranlaſſen eine Menge weiße und undurchſichtige Knötchen, welche in der ganzen Maſſe zerſtreut ſind. In höherer Temperatur, wenn das Glas leichtflüſſiger wird, begeben ſich dieſe leichtern Stoffe in die Höhe und ſchwimmen auf der Glasmaſſe, von der ſie dann mit einem Schöpflöffel abgenommen werden. *)

Durch die verflüchtigte Pottaſche werden auch die Steine des Ofengewölbes verglaſt, und daher rührt es, daß bisweilen gefärbte Glastropfen in den Glashafen fallen. Dieſe Tropfen heißen gewöhnlich Thränen.

Noch zwei andere Übelſtände zeigen ſich zuweilen auch bei der Glasfabrikation: die Schlüre (filandres) und die Winden (cordes). Die Schlüre entſtehen aus Mangel an Gleichartigkeit der Glasmaſſe. Sobald die Dichtigkeit derſelben nicht durch und durch gleichmäßig iſt, ſo zeigt das geblaſene Glas hier und da Streifen, welche durch die verſchiedene Brechung der Lichtſtrahlen entſtehen: dieß ſind die

*) Dieſe Chloride nennt man in den Glashütten Glasſalz (sel de verre), die ſchwefelſauren Salze dagegen heißen Glasgalle (fiel de verre.) Bosc d'Antic ſuchte zu beweiſen, daß die Chloride hauptſächlich die Blaſen erzeugen. Die Spannkraft des dampfförmigen Kochſalzes reicht vielleicht ſchon in der Rothglühhitze zur Blaſenbildung hin. Seitdem das Sodaſalz ſo billig in den Handel geliefert wird, bildet ſich ſehr wenig von dieſen Salzen in den gewöhnlichen Glashütten; dagegen erhält man in den Bouteillenglashütten ſtets ſehr viel, weil man dort rohe Soda anwendet.

Schlüre. Die Winden dagegen ſind oberflächlich hervorragende Streifen, welche ſich gewöhnlich bilden, wenn das Glas zu kalt geblaſen wird.

1395. Man nimmt zur Bereitung des Glaſes ſehr verſchiedene Subſtanzen; der Quarzſand, das kohlenſaure Kali oder Natron, der Kalk und das Bleioxyd ſind die durchaus nöthigen Stoffe. Statt der kohlenſauern Alkalien laſſen ſich aber auch deren ſchwefelſaure Salze anwenden. In gewiſſen Fällen kann man auch thonigen oder eiſenhaltigen Sand benützen. Zu Bouteillenglas iſt ſogar die Gegenwart der Alaunerde unerläßlich. Bisweilen enthalten die Gläſer auch Magneſia, welche vom angewendeten Sande herrührt. Die rohe Soda und Pottaſche, ja ſelbſt die Aſche kann ſtatt der reinen kohlenſauern Salze genommen werden und endlich hat man die Anwendung des Feldſpathes und der vulkaniſchen Laven vorgeſchlagen.

1396. Die Fabrikation des Glaſes mittelſt Feldſpath liegt ſehr nahe, wenn man nur die leichte Schmelzbarkeit dieſes Minerals berückſichtigt. Es wurde derſelbe ſchon früher von Gerhard in den Denkſchriften der Akademie zu Berlin vorgeſchlagen. Seiner Angabe zu Folge braucht man nur zu Fenſterglas 2 Thl. Feldſpath, 2 Thl. Sand und 1 Thl. Kreide zu nehmen; es ſollte dieſes Gemenge, vorausgeſetzt, daß kein Kali ſich während des Schmelzens verflüchtigt, eine Glasmiſchung geben, welche beſteht aus:

Kieſelerde . . .	73	100
Thonerde . . .	8	
Kali	7	
Kalk	12	

Dieſe nicht gut berechneten Verhältnißmengen können nur ein äußerſt ſchwer ſchmelzbares Glas geben, das ſich leicht entglaſt. Es zeigte ſich dieß auch in einem Verſuche, welchen Rey unter den Augen von Chaptal und Allut im Großen anſtellte. Die Schmelzung erforderte eine zweimal ſo lange Zeit als gewöhnlich, lieferte aber ein gutes Glas. Schon glaubte man den Verſuch gelungen, allein als der Ofen ſo weit abgekühlt wurde, als zum Verarbeiten des Glaſes nöthig war, ſo erſchien die Maſſe plötzlich trübe,

milchig und körnig, oder mit einem Wort entglaſt. Soll man nun in Folge dieſes Verſuches auf den Feldſpath verzichten? Kaum ſollte man es glauben. Man menge 100 Thl. Feldſpath, 100 Thl. Thon von Arcueil und 80 Thl. Ätzkalk oder ein Äquivalent Kreide, ſo erhält man ein folgendermaſſen zuſammengeſetztes Glas:

	Feldſpath.	Thon.	Glas.	
Kieſelerde	66	63	129	oder auch 46,3
Thon —	18	37	55	20,0
Kali	16		16	5,7
Kalk			80	28,0
			280	100

Dieſes Glas beſitzt, wenn der Thon eiſenfrei iſt, ungefähr die Farbe des Bouteillenglaſes und hat faſt dieſelben Vorzüge und Nachtheile aufzuweiſen. *) Zu gewöhnlichem Fenſterglas oder ähnlichen Glaswaaren darf man füglich ein Drittel oder Viertel Feldſpath ohne beſondern Nachtheil zuſetzen. Man würde dann ein Glas erzeugen, welches vom gewöhnlichen Glaſe nur durch einen Mehrgehalt von vier Proz. Thonerde ſich unterſcheidet; im Handel kommt auch wirklich Glas vor, welches eben ſoviel oder ſelbſt noch mehr davon enthält. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß durch Zuſatz von Borax, Borſäure oder Bleioxyd man mit Feldſpath leicht ein, alle erforderlichen Eigenſchaften beſitzendes Glas erzeugen könnte.

1397. Gewiſſe Laven, Bimsſteine, Baſalt, Pechſteine und andere vulkaniſche Produkte ſtehen hinſichtlich ihrer Miſchung dem Bouteillenglaſe ſo nahe, daß man ſie ohne allen Zweifel in dieſer Beziehung wird benützen können. Chaptal machte die erſten Verſuche dieſer Art, und wenn dieſe nicht die gewünſchten Reſultate gaben, ſo liegt es mehr an jener Zeit als an dem wahrhaft glücklichen Gedanken, der gewiß

*) Der Glashüttenbeſitzer Kiesling (in Zwieſel im bairiſchen Wald) hat auch Feldſpath und Kalk zu Fenſterglas verſchmolzen, wurde aber durch die Bildung von Kryſtalliſationen während des Arbeitens verhindert damit fort zu fahren, obgleich das Glas ſehr gut ſchmolz. — Auf einigen Glasknopfhütten und Bouteillenhütten kommt Flußſpath zum Glasſatze, dieſer frißt aber die Häfen ſehr an und erzeugt leicht Kryſtalliſationen. Fikentſcher.

ſpäter noch mit Erfolg ausgeführt werden dürfte, wie dieß wenigſtens aus folgenden Analyſen hervorzugehen ſcheint.

	Bimsſtein von Lipari.	Baſalt vom Haſenberg.	Baſalt von Staffa.	Pechſtein von Meißen.
Kieſelerde	77,5	44,5	48	73,0
Thonerde	17,5	16,7	16	14,5
Eiſenoxyd	1,7	20,0	16	1,0
Natron } Kali }	3,0	2,6	4	1,75
Kalk		9,5	9	1,0
Magneſia		2,2	„	„
Waſſer		2,0	5	8,5
Salzſäure			1	„
	99,7	97,5	99	99,75

Mit Bimsſtein, Hammerſchlacken, Kreide und etwas Natron würde man alſo Bouteillenglas machen können. Der Baſalt allein ſchon würde durch Zuſatz von etwas Kreide und Natron Glas geben; der Pechſtein behandelt wie der Bimsſtein würde ebenfalls zu Glas verarbeitet werden können.

Die auf Anrathen Chaptals angeſtellten Verſuche haben ſo lange ein günſtiges Reſultat geliefert, als die von ihm unterſuchten Stoffe angewendet wurden; allein ſobald man ein anderes vulkaniſches Produkt nahm, ſo wurde das richtige Miſchungsverhältniß geſtört und der Erfolg war ſchlecht. Durch eine einfache Analyſe würde alſo jenes Hinderniß beſeitigt worden ſeyn und man hätte dann jene vulkaniſchen Stoffe, deren vorzügliche Brauchbarkeit zu beſagtem Zwecke durch die Erfahrung bereits genügend dargethan war, gewiß auch fernerhin nützlich anwenden können.

Als Chaptal im Jahr 1780 Profeſſor der Chemie in Montpellier war, machte er den Vorſchlag die Lava anzuwenden. Ducros Glashüttenbeſitzer in der Gegend von Alais ſchmelzte mit Steinkohle die Lava des ausgebrannten Vulkans von Montferrier ohne irgend eine Zuthat und fertigte einige Bouteillen daraus. De Caſtelvieil, ein anderer Glasfabrikant ſchmelzte mit Holz ein Gemenge von Sand, Lava und Natron und erhielt ſo leichtere und dauerhaftere Bouteillen als die auf gewöhnliche

Weiſe fabrizirten. Dieſe Bouteillen waren ſo geſucht, daß man kaum die darauf erhaltenen Beſtellungen ausführen konnte; allein nach vier Jahren glichen dieſelben den zuerſt gelieferten nicht mehr und waren ſehr ſchlecht. Dadurch verlor die Hütte ihren Ruf und war gezwungen dieſe Methode, welche anfangs ein ſo günſtiges Reſultat lieferte, wieder aufzugeben.

Die Beſchaffenheit der Lava mußte ſich demnach verändert haben, da die nämliche Doſis nicht mehr genügte; man hätte in dieſem Falle nur eine Analyſe zu machen nöthig gehabt und hiernach dann den Glasſatz reguliren ſollen. Auf dieſe Weiſe alſo müßte man eine Fabrikation wieder aufnehmen, welche gewiß Gewinn bringend werden würde, wenn man rationell dabei zu Werke gienge.

Wir wollen nun die verſchiedenen Glasarten näher betrachten.

Waſſerglas. (verre soluble.)

1398. Es iſt dieſes ein einfaches Silikat von Kali oder Natron, welches mit der vollkommnen Auflöslichkeit im kochenden Waſſer auch einige allgemeine Eigenſchaften des gewöhnlichen Glaſes vereinigt. Obgleich nun die Anwendung des auflöslichen Glaſes ſehr verſchieden iſt von der des allgemeinen Glaſes, ſo liefert uns doch die Betrachtung deſſelben in Beziehung auf die übrigen Glasarten ſo genaue und richtige Zuſammenſtellungen, daß wir auch jenes hier anreihen mußten.

Die Entdeckung des Waſſerglaſes, ſowie ſeine Anwendung verdanken wir Fuchs, aus deſſen Abhandlung wir auch das Nachſtehende entnehmen. Dieſes im Waſſer aufgelöſte Glas wird auf Zeuge und Holz aufgetragen, um dieſelben unverbrennlich zu machen. Es bildet ſich nämlich auf dieſen Stoffen durch die Verdunſtung des Waſſers eine in der Hitze ſchmelzbare Kruſte, welche ſie gegen die unmittelbare Berührung der Luft ſchützt und dadurch die Entzündung derſelben verhindert.

1399. Bereitung. Man kann das Waſſerglas durch Auflöſung von chemiſch präparirter Kieſelerde in Ätzkalilauge

erhalten, allein dieſes Verfahren iſt koſtſpielig und im Groſ⸗ſen nicht anwendbar.

Glüht man Sand und kohlenſaures Kali mit einander, ſo wird die Kohlenſäure nie gänzlich ausgetrieben, wenn nicht der Sand im Überſchuſſe vorhanden iſt. Die Kohlen⸗ſäure läßt ſich aber vollſtändig verjagen, wenn man dem Ge⸗menge von Quarz und kohlenſaurem Kali noch ſo viel Kohlenpulver hinzufügt, daß die Kohlenſäure des unzerſetz⸗ten kohlenſauren Salzes in Kohlenoxydgas verwandelt wer⸗den kann. Es bildet auf dieſe Weiſe die Kieſelerde ein ei⸗genthümliches Silikat und verjagt die Kohlenſäure, ſpäter aber bei verſtärkter Hitze wird der Reſt des kohlenſauren Kalis durch die Kohle vollends zerſetzt und das Kohlenoxyd⸗gas entbindet ſich, während das freigewordene Kali ſich ent⸗weder verflüchtigt oder mit dem ſchon gebildeten Glaſe ver⸗einigt.

1400. Um das Waſſerglas von guter und immer glei⸗cher Beſchaffenheit zu erhalten, muß man mehrere Vorſichts⸗maßregeln beobachten. Die Pottaſche muß gereinigt werden, weil ſie immer viel Chlorkalium enthält, welches ein zum Theil in Waſſer unlösliches Produkt liefert. Außerdem efflo⸗reszirt auch das daraus bereitete Glas. Beimengungen von ſchwefelſaurem Kali ſind nicht ſo nachtheilig, weil dieſes durch die Kohle zerſetzt wird, wenn die Schmelzung ſtark und lang genug war; hat man die Temperatur nicht genug geſteigert, ſo enthält das Glas Schwefelkalium, wodurch ebenfalls Effloreszenzen entſtehen.

Der Quarz muß rein ſeyn, wenigſtens darf er keine merkliche Menge von Kalk und Thonerde enthalten, weil dieſe das Glas zum Theil unlöslich machen würden. Etwas Eiſenoxyd ſchadet nicht.

Man nimmt Pottaſche und Quarz in dem Verhältniß von 2:3 und fügt dann noch auf 10 Thl. Pottaſche und 15 Thl. Quarz 3 Thl. Kohlenpulver hinzu. Weniger Kohle darf man auf keinem Fall nehmen; es iſt im Gegentheil beſſer, wenn die Pottaſche nicht rein iſt, noch mehr davon zuzuſetzen. Es beſchleunigt dieſer Körper die Schmelzung ſehr, und ver⸗

treibt die außerdem leicht noch zurückbleibende Kohlenſäure, die ſtets einen nachtheiligen Einfluß äußert.

Bei der Bereitung ſelbſt hat man dieſelben Regeln zu beobachten, wie bei der Fabrikation des gewöhnlichen Glaſes. Die Stoffe werden zuerſt wohl gemengt, gefrittet und dann bei ſtarkem Feuer in einem feuerfeſten Tiegel ſo lange geſchmolzen, bis die Maſſe wohl fließt und gleichartig geworden iſt. Man ſchöpft dann das geſchmolzene Glas mit einem eiſernen Löffel heraus und füllt den im Feuer ſtehenden Tiegel mit neuer Fritte.

Auf 50 Pfd. Pottaſche nimmt man 45 Pfd. Sand und 5 Pfd. Kohlenpulver und ſchmelzt das Gemenge 5—6 Stunden lang in einem Graphittiegel bei ſtarkem Feuer. *)

1401. Das ſo erhaltene rohe Waſſerglas iſt gewöhnlich blaſig und ebenſo hart als das gewöhnliche Glas; es iſt graulich ſchwarz und am Rande mehr oder weniger durchſcheinend. Zuweilen iſt es auch weißlich, gelblich oder röthlich, wenn zu wenig Kohle genommen wurde. Setzt man das Waſſerglas mehrere Wochen lang der Luft aus, ſo verändert es ſich etwas, wird aber dadurch zum Gebrauche noch geeigneter. Es zieht etwas Feuchtigkeit aus der Luft an, die allmählig tiefer eindringt, ohne daß übrigens ſein Aggregatzuſtand oder ſein äußeres Anſehen dadurch verändert würde. Auf der Oberfläche bekommt es nur Riſſe und effloreszirt etwas. Bringt man es nachher, nachdem es dieſe Veränderung erlitten hat, wieder ins Feuer, ſo bläht es ſich auf und entbindet das abſorbirte Waſſer wieder.

1402. Um es im Waſſer aufzulöſen, zerſtößt man es, denn außerdem würde die Auflöſung zu langſam vor ſich gehen; auf 1 Thl. Glas werden dann 4—5 Thl. Waſſer genommen. Man erhitzt das Waſſer zuerſt bis zum Kochen und giebt dann nach und nach unter beſtändigem Umrühren das zerſtoßene Glas hinzu. Man kocht 3—4 Stunden lang bis ſich nichts mehr auflöſt und die Flüſſigkeit die erforder-

*) Zu Verſuchen können kleinere Mengen von einigen Pfunden leicht in einem gut ziehenden Windofen innerhalb einer Stunde geſchmolzen werden, wenn man vorher den Quarzſand fein geſtoßen hat, wodurch er dann ſchneller von dem Kali aufgelöſt werden kann. A. u. E.

liche Konzentration erhalten hat. Wenn man, ſo lange die Auflöſung noch flüſſig iſt, das Sieden unterbricht und Luft hinzutreten läßt, ſo zieht das Kali Kohlenſäure daraus an, was einen ſehr nachtheiligen Einfluß hat. Aus demſelben Grunde darf man keine zu große Menge Waſſers nehmen, weil ſonſt während des langen Einkochens ſich auch die Kohlenſäure des Waſſers leicht mit dem Kali verbinden und dadurch baſiſch-kohlenſaures Kali und ein Kieſelerdeniederſchlag entſtehen würde. Wird die Flüſſigkeit zu dick, ehe das Ganze aufgelöſt worden, ſo muß man heißes Waſſer zufügen.

Sobald die Flüſſigkeit Syrupskonſiſtenz erhalten hat und eine Dichtigkeit von 1,24 oder 1,25 beſitzt, ſo iſt ſie hinreichend konzentrirt und zum Gebrauche tauglich. Man läßt dieſelbe dann ruhig ſtehen, damit die nicht aufgelöſten Theile ſich abſetzen können; während des Erkaltens bildet ſich auf der Flüſſigkeit eine dicke Haut, welche ſpäter wieder verſchwindet, oder ſich auflöſt, wenn man ſie in die Flüſſigkeit taucht. Dieſes Häutchen erſcheint ſchon während des Kochens, ſobald die Auflöſung ſich mehr konzentrirt, und man erkennt daran ſelbſt die zunehmende Konzentration.

1403. Sobald das rohe Waſſerglas gehörig bereitet worden, ſo darf es nur wenig fremde Beſtandtheile und kein Schwefelkalium enthalten und kann ſogleich nach Angabe behandelt werden. Enthält es aber von dieſen Stoffen eine merkliche Menge, ſo muß man noch vor der Auflöſung dieſe fremdartigen Körper davon zu entfernen ſuchen; dies geſchieht auf folgende Weiſe. Das gepochte Glas wird drei bis vier Wochen lang der Luft ausgeſetzt und öfters durch einander gerührt; ſollte es zu ſehr zuſammenbacken, was bei feuchter Luft häufig der Fall iſt, ſo muß es wieder aus einander geriſſen werden. Das Glas zieht die Feuchtigkeit der Luft an, wie ſchon erwähnt worden und die fremdartigen Subſtanzen ſondern ſich ab oder effloresziren. Nach dieſer Vorbereitung kann ſodann das Glas leicht daraus gewonnen werden. Man begießt die Maſſe mit kaltem Waſſer und rührt ſie oft um. Nach drei Stunden läßt man die Flüſſigkeit, welche nun alle fremdartigen Beſtandtheile und

nur wenig kieſelſaures Kali enthält, wieder ablaufen, und wäſcht das Pulver aufs Neue mit Waſſer aus.

Das ſo behandelte Glas löſt ſich nun leicht in kochendem Waſſer auf, und giebt eine Auflöſung, die nichts zu wünſchen übrig läßt.

Da das Waſſerglas nur im flüſſigen Zuſtand angewendet wird, ſo bewahrt man es auch in dieſer Form zum Gebrauche auf. Man hat zu dieſem Behufe keine beſondern Vorſichtsmaßregeln zu beobachten nöthig, da die Auflöſung, wenn ſie hinlänglich konzentrirt iſt, nach langer Zeit keine merkliche Veränderung erleidet, wenn ſie gegen den freien Luftzutritt verwahrt wird.

1404. Ein ähnliches Produkt erhält man, wenn ſtatt Kali Natron angewendet wird; man nimmt dann ungefähr zwei Theile kryſtalliſirtes kohlenſaures Natron auf einen Theil Quarz. Es verhält ſich dieſes Glas, wie das *Kaliwaſſerglas* und hat ſelbſt beim Gebrauche noch Vorzüge vor dieſem. Die Auflöſungen dieſer beiden Glasarten können in jedem beliebigen Verhältniß mit einander gemengt werden, und in einigen Fällen leiſtet dieſes Gemenge beſſere Dienſte als jede Auflöſung für ſich. *)

1405. Eigenſchaften. Das Waſſerglas bildet eine klebrige Flüſſigkeit, welche konzentrirt etwas trübe iſt und opaliſirt. Es ſchmeckt und reagirt alkaliſch. Die Auflöſung läßt ſich in allen Verhältniſſen mit Waſſer miſchen. Hat dieſelbe ein ſpezif. Gewicht von 1,25, ſo enthält ſie beinahe 28 Prozente des auflöslichen Glaſes; konzentrirt man ſie noch weiter, ſo wird ſie immer klebriger und läßt ſich am Ende in Fäden ziehen gleich dem geſchmolzenen Glaſe. Zuletzt erſtarrt die Flüſſigkeit zu einer ſpröden Glasmaſſe, welche einen muſcheligen Bruch beſitzt und überhaupt dem gewöhnlichen Glaſe, mit Ausnahme der geringen Härte, ſehr gleicht. Wird die Auflöſung auf andere Körper aufgetragen, ſo trocknet ſie ſchnell bei gewöhnlicher Lufttemperatur und bildet einen firnißartigen Überzug.

---

*) Nach Döbereiner erhält man ein weit leichtſchmelzbareres Waſſerglas aus aus 100 Quarzſand, 36 Thl. kohlenſaurem Kali und 28 Thl. kohlenſaurem Natron. A. u. E.

Das getrocknete Waſſerglas verändert ſich nicht merklich an der Luft und zieht weder Kohlenſäure noch Waſſer aus derſelben an. Auch auf die Auflöſung äußert die Kohlenſäure der Luft keine beſondere Wirkung, obgleich eine Zerſetzung Statt findet, und Kieſelerdehydrat ſich abſcheidet, wenn man einen Strom kohlenſaures Gas durch dieſelbe leitet. Dagegen trübt ſich die verdünnte Auflöſung an der Luft und zerſetzt ſich nach und nach gänzlich. Iſt das Waſſerglas nicht rein, ſo effloreszirt nach einiger Zeit kohlenſaures, und unterſchweflichtſaures Kali oder Chlorkalium.

Das Waſſerglas löſt ſich nach und nach gänzlich im kochenden Waſſer auf, allein kaltes Waſſer löſt nur ſehr langſam äußerſt wenig davon auf. Ganz unlöslich iſt das Waſſerglas, wenn es viel mehr Kieſelerde als gewöhnlich enthält, oder wenn andere Körper wie z. B. Erden und Metalloxyde ꝛc. darin vorhanden ſind, die Doppel- oder Tripelſalze wie im gewöhnlichen Glaſe bilden.

1406. Iſt das Waſſerglas längere Zeit mit der Luft in Berührung geweſen, ſo ſchmilzt es in der Hitze nur ſchwierig und bläht ſich auf, und verliert dann beinahe 12 Prozente am Gewicht. Es enthält alſo ſelbſt im ſtarren Zuſtand eine beträchtliche Menge Waſſer, welche es nicht durch bloſes Austrocknen an der Luft verliert.

Durch Alkohol wird das Waſſerglas unverändert aus ſeiner wäßrigen Auflöſung gefällt. Iſt die Auflöſuug ſehr konzentrirt, ſo bedarf es zur Fällung nur wenig und zwar nicht rektifizirten Alkohol. Man kann deshalb zur Darſtellung des reinen Waſſerglaſes auch eine Auflöſung des unreinen Waſſerglaſes anwenden, und dieſe ſodann durch Alkohol fällen; der erzeugte Niederſchlag wird von der überſtehenden Flüſſigkeit abgeſondert, dann mit etwas kaltem Waſſer zuſammengeknetet und ausgepreßt. Man hat hierbei immer einigen Verluſt, weil das kalte Waſſer den Niederſchlag ſeiner Vertheilung wegen zum Theil wieder auflöſt.

Die Säuren zerſetzen die Waſſerglasauflöſung, und wirken auch auf das feſte Waſſerglas, indem ſie die Kieſelerde pulverförmig daraus abſcheiden.

1407. Zuſammenſetzung. Nach Fuchs enthält das Waſſerglas, wenn es der Luft ausgeſetzt war:

Kieſelerde	62
Kali	26
Waſſer	12
	100

und dieß giebt für die waſſerfreie Verbindung 70 Kieſelerde und 30 Kali. Es iſt alſo für 1 At. Kali mit 7—8 At. Kieſelerde verbunden. Die durch Verflüchtigung verlorne Kalimenge iſt ſehr gering, wie man aus dem Nachſtehenden erſieht

	Angewendetes Gemenge	Erhaltenes Glas.
Kieſelerde	100	100
Kali	45	42

Es ergiebt ſich alſo hieraus ein Verluſt von ungefähr 6 Prozent der angewendeten Pottaſche, angenommen daß dieſe rein war, was aber gewöhnlich nicht der Fall iſt.

1408. Anwendung. Die Eigenſchaften des Waſſerglaſes laſſen eine mannigfaltige Anwendung zu. Man benutzte es bei dem Theater zu München als Schutzmittel gegen Feuersgefahr.

Alle vegetabiliſchen Stoffe, als Holz, Baumwolle, Hanf, Papier ꝛc. ſind wie bekannt äußerſt verbrennlich; allein um ſich zu entzünden ſind zwei Bedingungen nöthig: eine erhöhte Temperatur und die Berührung mit der Luft, welche den zu ihrer Verwandlung in Kohlenſäure und Waſſer erforderlichen Sauerſtoff liefert. Haben ſich dieſe Stoffe einmal entzündet, ſo reicht die dadurch entbundene Wärme zu ihrer weitern Verbrennung hin, vorausgeſetzt, daß ſie fortwährend in Berührung mit der Luft ſind. Findet dieſer Kontakt aber nicht Statt und werden die Stoffe bis zur Rothglut erhitzt, ſo werden ſie zwar auch flüchtige, entzündliche Produkte geben, allein die rückſtändige Kohle wird nicht brennen, weil der Sauerſtoff nicht in unmittelbare Berührung mit ihr treten kann, weshalb auch die Verbrennung aufhören muß. Eine ſolche Wirkung haben alle feuerbeſtändigen, ſchmelzbaren Salze, welche in der Rothglühhitze ihren Sauerſtoff weder dem Kohlenſtoff noch dem Waſſerſtoff abtreten. Dieſe Salze ſchmelzen, wenn die vegetabiliſche Subſtanz erhitzt wird und, bilden dann eine für die Luft undurchdringliche

Hülle, wodurch die Entzündung entweder ganz verhindert, oder doch wenigſtens ſehr erſchwert wird. Das phosphorſaure oder borſaure Ammoniak gehören hierher, allein da ſie bei gewöhnlicher Temperatur ſchon ſehr leicht auflöslich ſind, ſo iſt das Waſſerglas ihnen bei Weitem vorzuziehen. Dieſes bildet einen feſten dauerhaften Überzug, welcher keine Veränderung an der Luft erleidet, nicht koſtſpielig iſt und äußerſt leicht applizirt werden kann. Um aber den Zweck ganz zu erreichen, muß man ſowohl bei der Bereitung als bei der Anwendung mit Sorgfalt zu Werke gehen.

Um Holz und andere Gegenſtände damit zu überziehen, hat man eine reine Waſſerglasauflöſung nöthig, weil außerdem der Überzug effloresziren und ſich nach und nach ablöſen würde. Eine geringe Verunreinigung ſchadet übrigens nicht merklich, obgleich nach einigen Tagen der Überzug ſich mit einem effloreszirenden Pulver bedeckt, welches nicht wieder erſcheint, nachdem man es mit Waſſer abgewaſchen hat. Will man dem Holze einen dauerhaften Überzug geben, ſo muß man anfangs eine nicht zu konzentrirte Auflöſung anwenden, weil dieſe ſonſt nicht in die Poren des Holzes dringen und die Luft daraus verjagen kann, was durchaus nothwendig iſt, wenn jener feſt darauf haften ſoll. Es iſt auch gut mit dem Pinſel ein und dieſelbe Stelle öfter zu überſtreichen und den Überzug nicht zu dünn aufzutragen. Bei mehrmals wiederholtem Anſtreichen darf man endlich ziemlich konzentrirte, nur nicht allzu dicke Auflöſungen anwenden, nur muß man dieſelbe möglichſt gleichförmig auftragen. Ehe man eine neue Schicht aufträgt muß die alte vollkommen trocken ſeyn; in warmer und trockner Luft ſind dazu ungefähr 24 Stunden nöthig. Nach zwei Stunden erſcheint der Überzug zwar trocken, allein er iſt noch ſo beſchaffen, daß er durch eine neu aufgetragene Schicht wieder erweicht wird. Es zeigt ſich dann derſelbe Übelſtand, welcher ſtets eintritt, wenn man mit zu konzentrirten Auflöſungen auf einmal eine dicke Lage aufträgt, die dann nach einiger Zeit ſehr viel kleine Riſſe bekommt und nicht mehr gut anhaftet. Dieſes findet jedoch nur beim Kaliglas Statt; das Natronglas ſcheint dem Springen nicht unterworfen zu ſeyn.

1409. Obgleich das Waſſerglas für ſich ſchon als Schutzmittel gegen das Feuer gute Dienſte leiſtet, ſo erfüllt es doch dieſen Zweck noch beſſer, wenn man es mit einem andern paſſenden pulverförmigen Körper verſetzt, der durch die Glasauflöſung gleichſam zuſammengekitttet oder geleimt wird. Der Anſtrich bekommt dadurch mehr Körper, wird dauerhafter und feſter und ſintert bei der Einwirkung des Feuers, wenn je der geeignete Zuſatz gewählt worden, zu einer ſehr haltbaren Kruſte zuſammen. Hierzu ſind vorzüglich Thon, Kreide, Knochenerde, Glaspulver ꝛc. anwendbar, allein es iſt noch nicht ausgemittelt worden, welcher von dieſen Körpern den Vorzug verdient. Ein Gemenge von Thon und Kreide, welches ſchmelzbar iſt, ſcheint vorzüglicher zu ſeyn, als jeder dieſer Körper für ſich allein genommen. Die Knochenerde giebt mit dem Waſſerglaſe eine ſehr feſte und beſonders gut bindende Maſſe. Die Bleiglätte, welche mit dem Waſſerglaſe ein ſehr leicht ſchmelzbares Gemenge bildet giebt jedoch kein Produkt, was ſich zum Überziehen des Holzes ſonderlich gut eignete, weil es ſich beim Austrocknen ſtark zuſammenzieht, Sprünge bekommt und dann bald abfällt. Ganz anders verhält ſich das Bleiglas, und das rohe geſchmolzene Waſſerglas, welche beide einen vortrefflichen Zuſatz abgeben. Wird Letzteres pulveriſirt, bevor es aus der Luft Waſſer angezogen hat, dann in die Glasauflöſung eingerührt und dieſe ſchnell auf irgend einen Körper aufgetragen, ſo giebt es in kurzer Zeit eine ſteinharte Kruſte, welche, wenn das Glas von guter Beſchaffenheit war, ſich nicht verändert und dem Feuer hartnäckigen Widerſtand leiſtet.

Auch noch andere Körper, als Eiſen- und Bleiſchlacken, Flußſpath, Feldſpath ꝛc, können mit Vortheil dem Waſſerglaſe zugeſetzt werden; welcher von dieſen Stoffen aber ſich hierzu am beſten eignet, muß erſt durch weitere Verſuche ausgemittelt werden. Rathſam iſt es immer, den Körper, auf welchen man ein gemengtes Waſſerglas anbringen will, zuvor mit einer reinen Auflöſung desſelben zu überſtreichen; ſowie es auch gut iſt den rauhen und matten Überzug zuletzt noch einmal mit einer ſolchen Auflöſung zu überziehen.

Zum Anſtreichen des Theaterholzwerkes zu München wurde der Glasauflöſung $\frac{1}{10}$ Gelberde zugeſetzt und dieſer Überzug hatte ſich nach ſechs Monaten noch nicht im Geringſten verändert; nur an einigen Stellen war er ſchadhaft geworden und mußte deshalb ausgebeſſert werden. Dieß rührte davon her, weil die ganze Arbeit in ſehr kurzer Zeit beendigt werden mußte und daher auf die Bereitung und das Auftragen des Waſſerglaſes nicht die nöthige Sorgfalt verwendet werden konnte.

1410. Wenn man die Abſicht hat ein Schauſpielhaus oder irgend ein Gebäude durch dieſes Mittel vor Feuer zu ſichern, ſo genügt es nicht, blos deſſen Holzwerk zu überziehen, ſondern es iſt auch höchſt nothwendig, daß die Leinwand ꝛc., d. h. die feuergefährlichſten Gegenſtände mit demſelben gehörig verſehen werden. Die Steifigkeit, welche die Leinwand dadurch erhält, ſchadet beim Gebrauche der Vorhänge ꝛc. durchaus nicht, indem ſie ſich dennoch leicht rollen laſſen. In Betreff der darauf anzubringenden Farben wird noch der Vortheil erreicht, daß ſie eine viel feſtere Grundlage bekommen, als ihnen die Kreide zu geben vermag. Um aber hierbei zu verhindern, daß eine empfindliche Farbe wie z. B. das Berlinerblau, der Kugellack ꝛc. durch die alkaliſche Reaktion des Waſſerglaſes verändert werden, ſo muß man zuvor die zu bemalende Fläche mit Alaunauflöſung überſtreichen und hierauf mit Kreide dünn überziehen.

Was das Tränken der Leinwand mit Waſſerglas betrifft, ſo iſt es gerade nicht ſehr ſchwierig, aber doch nicht ſo leicht als man glauben ſollte. Es reicht nicht allein hin ſie blos mit der Glasauflöſung zu überziehen oder in dieſelbe zu tauchen und wieder herauszuziehen, ſondern ſie muß, wenn ſie gehörig davon durchdrungen werden ſoll, darin unter einem ſtarken Druck behandelt werden. Man würde vielleicht dieſen Zweck erreichen, wenn man ſie zwiſchen zwei in der Flüſſigkeit befindlichen Walzen wiederholt durchlaufen ließe. Wenn eine nur oberflächlich mit Waſſerglas bedeckte Leinwand angebrannt wird, ſo glimmt ſie, nachdem ſie vom Feuer entfernt worden, noch eine Zeitlang fort, was aber keineswegs Statt findet, wenn ſie ganz davon durchdrungen

war. Am wirkſamſten zeigt ſich dieſe Verwahrung, wenn man der Auflöſung etwas Bleiglätte zuſetzt. Die Leinwand giebt der beim Austrocknen ſich zuſammenziehenden Glasmaſſe nach und ſie kann ſich daher von derſelben nicht losmachen, wie ſie ſich von Holz und andern Körpern trennt, wenn ſie dieſen Zuſatz erhalten hat. Ein Theil fein zerriebener Bleiglätte iſt auf 14 Theile konzentrirter Glasauflöſung hinreichend.

1411. Das Waſſerglas kann auch zu andern Zwecken angewendet werden. Es läßt ſich zum Kitten des Glaſes und Porzellans als Bindemittel benützen und übertrifft in dieſer Hinſicht alle bisher zu dieſem Zwecke angewendeten Mittel. Man kann ſich desſelben auch ſtatt des Leims bedienen um Farben auf Holz ꝛc. aufzutragen und dem farbigem Überzuge zugleich das Anſehen eines Ölanſtreichs zu geben; für ſich allein angewendet giebt er jedoch keinen Firniß, der an der Luft transparent bliebe. *)

Böhmiſches Glas. — Kronglas.

1412. Es iſt dieß ein Kaliſilikat, in welchem nur wenig Kalk oder Thonerde vorhanden iſt. Dasſelbe zeichnet ſich, wenn es aus reinen Stoffen bereitet worden, durch ſeine Leichtigkeit und durch ſeine vollkommene Farbloſigkeit aus. Dieſe beiden Eigenſchaften geben ihm einen bedeutenden Werth hinſichtlich der Verfertigung der verſchiedenen ſehr beliebten Glasgefäße und vorzüglich durch die Letztere eignet es ſich auch zu optiſchen Inſtrumenten, in welchen man das Flintglas achromatiſiren will. Dieſes Glas iſt übrigens ſo ſchön, daß es die alten Schriftſteller mit dem Kryſtallglas verwechſelten.

1413. Böhmiſches Glas. Folgende Miſchung wird in Böhmen angewendet

100 Kieſelſand, der mit Salzſäure gewaſchen worden
60 gereinigte Pottaſche
16 weißen kohlenſauren Kalk.

Die Schmelzung und Verarbeitung dieſes Glaſes bietet nichts ſonderlich Bemerkenswerthes dar. Es wird gerade wie

*) Das Weitere über dieſen intereſſanten Gegenſtand findet man in der Originalabhandlung von Fuchs, S. Kaſtners Archiv Bd. 5. 385 u. ff. A. u. E.

das Fenſterglas geſchmolzen, was weiter unten beſchrieben werden ſoll.

Das böhmiſche Glas wird ſeit langer Zeit ſchon angewendet zu Fenſtertafeln in großen Palläſten, zu Wagenfenſtern, zur Bedeckung eingerahmter Kupferſtiche und Zeichnungen und überhaupt da, wo man einige Linien dickes farbloſes Glas nöthig hat. Nur das Kryſtallglas und böhmiſche Glas allein können dicke Tafeln geben, welche ganz ungefärbt erſcheinen.

Da das böhmiſche Glas in offnen Häfen geſchmolzen wird, ſo läßt ſich nur Holz hierzu anwenden. *) Wollte man bei Steinkohlenfeuerung auch noch ſo ſorgfältig zu Werke gehen, ſo würde doch die Reinheit des Glaſes dabei leiden.

Dieſes Glas kommt aus den böhmiſchen Glashütten in den Handel und hat auch davon ſeinen Namen.

1414. **Kronglas.** (Crown-glass) Mit dieſem Namen, der im Engliſchen eigentlich Glas in Kronen bedeutet, bezeichnet man in England eine Glasſorte, welche man durch eine alte Blasmethode in kreisförmigen Scheiben verfertigte. Man glaubte früher in den optiſchen Werkſtätten mit dieſem Namen jedes gewöhnliche Glas belegen zu können, welches mit Flintglas achromatiſche Objektivgläſer giebt; allein eine gründliche Unterſuchung zeigte, daß man das Kronglas nur aus einer einzigen Glasmiſchung erzeugen kann, wenn es alle zu optiſchen Zwecken erforderlichen Eigenſchaften haben ſoll.

Das Kronglas ſoll nämlich vollkommen klar und ſo farblos ſeyn, daß eine Linſe von beträchtlicher Dicke keine Spur von Färbung zeigt. Es darf ferner weder Streifen

---

*) In Deutſchland wird mit wenigen Ausnahmen faſt allgemein in den Glashütten Holz als Brennmaterial angewendet. Dasſelbe muß gut geſpalten und in beſondern Darröfen getrocknet werden. Die Darröfen ſind oft neben den Kühlöfen angebracht, oder werden auch beſonders mit Holzabfällen, Spänen, Rinden, die man beim Holzſpalten erhält, geheizt. Zu Tiſchnobus in Böhmen hat man eiſerne Balken unmittelbar mitten über dem Glasofen eingezogen und darauf Käſten von Eiſenblech angebracht, in welche man das zu dörrende Holz legt. Dieſe Vorrichtung iſt zwar etwas koſtſpielig es wird aber dadurch jede Gefahr vermieden. (S. Prechtl's Jahrbuch des polytechniſchen Inſtituts Jahrgg. 1828) A. u. E.

noch Blaſen haben, und nie milchige Flecken zeigen. Endlich muß es alle dieſe Eigenſchaften behalten, wenn es ſelbſt in bedeutend dicken Maſſen verarbeitet wird.

1415. Es iſt nichts weniger als leicht, große Maſſen Kronglas von der erforderlichen Beſchaffenheit zu fabriziren. Um farbloſes Kronglas zu erhalten, muß man immer Kali, nie aber Natron anwenden; ſelbſt wenn das Natron ein ungefärbtes Glas gäbe, ſo dürfte es doch nicht gebraucht werden, weil das Natronglas ſich zu leicht entglaſt, wodurch dicke Maſſen, welche eine lange Kühlung erfordern ganz milchig und mit kryſtalliniſchen trüben Knötchen erfüllt würden.

Das Kronglas iſt mithin Kaliglas ohne Bleioxyd. Würde man ein einfaches Kaliglas erzeugen, ſo hätte man zwar keine Entglaſung zu befürchten, allein das Glas wäre im kochenden Waſſer auflöslich und mithin hygrometriſch. Es iſt dieß ein bedeutender Übelſtand, denn wenn die Ferngläſer ſich ohne Unterlaß durch das Abſetzen eines wäßrigen Überzuges trüben, ſo ſind ſie in einigen Jahren ganz verändert und haben ihre Politur verloren.

Man vermeidet dieſen Übelſtand, indem man dem Kaliglas ein gewiſſes Quantum Kalk hinzufügt, allein dadurch wird auch andrerſeits der zweite Nachtheil der leichten Entglaſung herbeigeführt. Das Kali- und Kalkglas, welches wegen ſeiner dicken, zu großen Linſen beſtimmten Maſſen lang gekühlt werden muß, kann leicht ein milchiges Anſehen bekommen, was den Anfang einer Kryſtalliſation im Innern anzeigt.

Sowohl die Verfertigung des Kronglaſes als Flintglaſes, dieſer beiden zur Herſtellung achromatiſcher Objektive unentbehrlichen Gläſer iſt äußerſt ſchwierig, obgleich aus verſchiedenen Gründen.

1416. Der Verbrauch des Kronglaſes iſt nicht ſehr beträchtlich, allein immerhin wegen der Verfertigung von Brillen, Vergrößerungsgläſern und aſtronomiſchen Inſtrumenten von Bedeutung. Seit langer Zeit bezieht Frankreich das Kronglas aus England oder Deutſchland, und obgleich man ſtets farbloſes Glas verlangt, ſo liefern dieſe beiden Länder doch nur leicht gefärbtes Glas. Das engliſche Kronglas

iſt grünlich; das deutſche gelblich, jedoch ſo wenig, daß dadurch die weſentlichen Eigenſchaften deſſelben nicht merklich verändert werden.

Thibeaudeau und Bontemps haben in ihrer Glashütte zu Choiſy bei Paris Verſuche zur Erzeugung des Kronglaſes angeſtellt und es iſt nicht zu zweifeln, daß ihre fortgeſetzten Bemühungen einen guten Erfolg haben werden, da ſie bereits auch ſehr gutes Flintglas verfertigen. Es wird dann Frankreich hinſichtlich dieſer beiden zur Herſtellung optiſcher Inſtrumente ſo unentbehrlichen Produkte vom Auslande ganz unabhängig werden.

Wahrſcheinlich nähert ſich ein gut bereitetes, kalkarmes, böhmiſches Glas, welches farblos und in dicken Maſſen geblaſen oder gegoſſen worden, dem Kronglaſe ſehr, oder kann es ſelbſt erſetzen. Wir machen wiederholt darauf aufmerkſam, daß hierbei vorzüglich die Entglaſung zu befürchten iſt, allein man wird auch dieſe gefährliche Klippe vermeiden können, wenn man die Zuſammenſetzung der verſchiedenen Sorten von gutem Kronglas mit einander vergleicht und hiernach die Miſchung der zur Bereitung erforderlichen Stoffe macht.

Fenſterglas.

1417. Man unterſcheidet davon zwei Sorten: das weiße und das halbweiße Fenſterglas. Dieſer Unterſchied der Farbe iſt beachtenswerth, denn obgleich die Zuſammenſetzung dieſer beiden Glasarten ungefähr dieſelbe iſt, ſo können ſie doch nicht auf gleiche Weiſe angewendet werden. Das erſtere läßt ſich auf alle Art anwenden, während das zweite nur zu Gegenſtänden von geringer Dicke gebraucht werden kann. In den meiſten Glashütten fabrizirt man dieſe beiden Sorten zugleich, denn alle Rückſtände vom weißen Glaſe und ſelbſt die aus dem Hafen herabgefloſſene unreine Glasmaſſe (picadil), welche durch die Berührung mit den Ofenſteinen ſich gefärbt hat, können zum halbweißen Gläſe verwendet werden.

Die weſentlichen Beſtandtheile beider Glasvarietäten ſind Kieſelerde, Natron oder auch Kali und Kalk. Zufällig findet ſich darin auch Thonerde, Eiſenoxyd und Manganoxyd.

Das weiße Fenſterglas oder Tafelglas wird von allen Glasarten am meiſten fabrizirt, entweder zu Fenſtertafeln ſelbſt, oder indem Zylinder, Glocken rc. daraus gefertigt werden, welche zur Bedeckung der Blumenvaſen, Stockuhren u. ſ. w. angewendet werden; auch zum Einrahmen der Kupferſtiche, zu Wagenthüren, zu Elektriſirmaſchinen wird es vielfach gebraucht.

1418. Bereitung. Es folgen hier verſchiedene Glasſätze, die ziemlich variiren, weil man in dieſem Glaſe das Natron und Kali zum Theil durch entſprechende Mengen von Kalk erſetzen kann; die Fabrikanten laſſen ſich hinſichtlich des zuzuſetzenden Quantums gewöhnlich von dem Gange des Ofens beſtimmen. Folgendes iſt ein franzöſiſcher Glasſatz, der ſchönes Glas liefert:

Sand . . .	100	
Kreide . . .	35—40	
trocknes kohlenſaures Natron	35—30	
Glasſcherben . .	180	
Braunſtein . . .	0,25	zuweilen.
Arſenik . . .	0,20	zuweilen.

Baſtenaire giebt folgende drei Glasſätze an, welche zu viel Alkali und zu wenig Kalk haben:

1.)	Weißer Sand	100
	gute Pottaſche	65
	an der Luft gelöſchter Kalk . . .	6
	weiße Glasſcherben . . .	50
	Arſenichte Säure . . .	1
	Manganoxyd	0,30
2.)	Ganz weißer Sand	100
	Gute Soda	90
	Mennig	5
	Weiße Glasſcherben von derſelben Miſchung	100
	Kohlenſaurer Kalk	5
	Manganoxyd	0,40
3.)	Weißer Sand	100
	Gute Soda	80
	Kohlenſaurer Kalk	8
	Glasſcherben	110
	Manganoxyd	0,20
	Kobaltoxyd	0,10

1419. Man verſuchte dieſes Glas direkte mit Kochſalz zu bereiten und **Marcel de Serres** theilt folgendes Rezept, als ein in Deutſchland gebräuchliches, mit:

Sand . . .	100
Kochſalz . .	71
Kalk . . .	71

Wahrſcheinlich hat man einige Reſultate erhalten, indem man das Gemenge noch feucht frittete, und dieſe Operation mehrere Male wiederholte, denn es iſt eine bekannte Sache, daß die Kieſelerde das Kochſalz nur unter gleichzeitiger Einwirkung des Waſſers erſetzen kann.

Man hat behauptet, daß das angegebene Gemenge nicht ſehr Gewinn bringend ſey, daß es aber vortheilhafter wäre das Kochſalz den gewöhnlichen Stoffen zuzufügen; es iſt dieß zwar nicht unmöglich, allein es möchte doch bezweifelt werden dürfen. Folgendes Rezept, nach welchem in Schottland gearbeitet werden ſoll, zeigt den geringen Nutzen des Kochſalzes.

Sand	100
Kohlenſaures Natron . .	114
Kochſalz	288
Schwefelſaures Natron . .	200
Thon	13
Holzkohlen	100

Es iſt dieß wahrſcheinlich das ſchlechteſte aller ſchlechten Rezepte, wegen des ungeheuern Kohlenüberſchuſſes, der Nutzloſigkeit des Kochſalzes und der offenbar zu großen Menge von ſchwefelſaurem und kohlenſaurem Natron. *)

*) In der großen Anſtalt der Glascompagnie zu **Leith** bei Edinburg wendet man, ſowie in England überhaupt zu Fenſter und Bouteillenglas den Kelp und Sand nebſt etwas Soda an. Man laugt aber dort den Kelp vorher aus und gießt die Lauge weg. Dadurch will man denſelben vom ſchwefelſauren und ſalzſauren Natron befreien, weil das ſich beim Fritten bildende Schwefelnatrium nicht gänzlich fortgeſchafft werden kann. Ehe man dieſe Auslaugemethode anwendete, war man nicht im Stande, hellfarbiges Fenſterglas zu machen. Durch eine zweckmäßige Frittung möchte dieſer entſetzlichen Alkaliverſchwendung wohl vorgebeugt werden können. Die Compagnie macht übrigens, obgleich ſie dieſes Verfahren lange geheim zu halten ſuchte, doch ſo ſchlechte Geſchäfte, daß ihre Stocks auf 36 Prozent zurückgegangen ſind.

Man hat übrigens daſelbſt auch verſucht Sodaglas zu machen und da es nicht gelang, den Kelp wieder anwenden müſſen. In dieſer Glashütte,

1420. Gehlen hat in Deutſchland das ſchwefelſaure Natron zur Glasbereitung anwenden gelehrt, wodurch nun das kohlenſaure Kali oder Natron ganz erſetzt wird. Seitdem in Frankreich durch einen Regierungsbefehl vom 17 Juni 1826 der freie Handel mit ſchwefelſaurem Natron erlaubt worden, wird dieſes Salz auch allgemein in den franzöſiſchen Glashütten angewendet. Bei Anwendung dieſes Salzes muß man hauptſächlich darauf ſehen, daß daſſelbe durch die Kieſelerde ſchnell und leicht zerſetzt werde. Man erreicht dieſen Zweck durch Zumiſchung einer hinreichenden Mengen Kohle, um die Schwefelſäure in ſchweflichte Säure und Kohlenſäure umzuwandeln. Auf jedes Atom trocknes ſchwefelſaures Natron muß man alſo ein Atom Kohle nehmen oder ungefähr auf 1000 Thl. Glauberſalz 42 Thl. trockne Kohle. Bei näherer Erwägung aber ſieht man leicht, daß die Quantität der Letztern erhöht werden muß, um den Verluſt an Kohle zu erſetzen, welcher während der lange dauernden Frittung entſteht. Gewöhnlich nimmt man drei- oder viermal ſoviel Kohle, als nach der Berechnung erfordert wird. Zu ſchönem Fenſterglas wird z. B. folgender Satz angewendet:

Sand	100
Waſſerfreies ſchwefelſaures Natron	44
Kohlenpulver	8,5
Gelöſchter Kalk . . .	6
Glasſcherben	20—100

Dieſes und das franzöſiſche Rezept, was wir ſchon oben mitgetheilt haben, ſcheint uns am beſten zu ſeyn. *)

ſowie auch in mehreren andern engliſchen kennt man noch nicht die Nothwendigkeit des Kalkes, welche Fuchs erſt nachwieß. Fikentſcher.

*) Gehlen erzeugte im Kleinen aus 1 Thl. Quarz, 1/2 trocknem Glauberſalz, 1/6 gebrannten Kalk und 1/22 Kohlenpulver durch einſtündiges Glühen vor dem Gebläſe ſchönes, feſtes, durchſichtiges und reines Glas.

Wird der Zuſatz von Quarz beim Schmelzen mit Glauberſalz vermehrt, ſo wird mehr Kohle verbrannt ehe ſie wirkt, wahrſcheinlich weil die ſchützende Decke der Glasmaſſe ſich nicht ſo ſchnell bildet, als bei leichtflüchtigerer Zuſammenſetzung. Gewiß darf aber niemals ſo viel Kohle zugeſetzt werden als Herr Dumas angiebt; die Hälfte der angegebenen Menge von Kohle würde ſchon unfehlbar ein braungefärbtes Glas geben.

Allgemein iſt man darüber einverſtanden, daß der Glasſatz nach der Beſchaffenheit und dem Gange des Ofens etwas verändert werden muß, denn die Stärke des Feuers iſt nicht nur in allen Glashütten verſchieden, ſondern variirt auch in ein und dem nämlichen Ofen. Gewöhnlich gehen die beſten Öfen nach und nach ſchlechter, weil die Wände nach mehrmonatlichem Gange ſich verändern, und dann muß die Doſis der Flußmittel vermehrt werden.

1421. Vom Formen des Fenſterglaſes. Man formt dasſelbe auf gedoppelte Weiſe; die eine, welche ſchon ſeit langer Zeit in allen Glashütten eingeführt iſt, wurde in Frankreich aufgegeben, aber in England beibehalten; die zweite, erſt neuerdings erfundene Art iſt jetzt in allen franzöſiſchen Hütten üblich.

Bei dem alten Verfahren hebt der Glasbläſer mit der Pfeife oder dem Blasrohre einen kleinen Glasklumpen aus dem Hafen heraus und ſucht dieſen, die Pfeife beſtändig drehend, daran zu erhalten bis er anfängt zu erſtarren; ſodann hebt er damit ein neues Quantum Glas heraus und wiederhohlt die Operation ſo oft bis endlich am Pfeifenende eine hinreichende Menge von Glas hängt. Die mit Glas verſehene Pfeife wird hierauf an ein Arbeitsloch gehalten, um es wieder zu erweichen und dann das Glas in eine große Kugel aufgeblaſen; man hält dieſe aufs Neue vor das Arbeitsloch um ſie zu erweichen und während der Arbeiter beſtändig dreht, plattet er die Kugel am untern Ende ab. In der Mitte der neu erzeugten platten Fläche heftet er nun eine andere Pfeife an und ſchneidet denHals des Sphä-

---

Um aus Glauberſalz auch weißes Glas zu erzeugen, iſt eine vorhergehende Frittung auf die in den engliſchen Hütten gebräuchliche Weiſe erforderlich. Das Glauberſalz wurde ausſchließlich und mit Erfolg ſanſtatt Pottaſche zuerſt im Großen in der von meinem Vater und Herrn Brandenburg gemeinſchaftlich betriebenen Hütte angewendet. Im Jahre 1815 wurden die erſten Schmelzungen gemacht und ſeitdem wurde damit fortgefahren. Seit ungefähr 10 Jahren haben nun mehrere Hütten in Böhmen und Thüringen ganz nach dem bei uns befolgten Verfahren angefangen Glas mit Glauberſalz zu machen und es mögen nun jährlich gegen 6—7000 Zentr. von dieſem Salze in beiden Gegenden verarbeitet werden, welche ein Äquivalent von wenigſtens 8000 Zent. gewöhnlicher Pottaſche bilden. Fikentſcher.

roids am Ende der erſten Pfeife ab. Die Öffnung dieſes Halſes wird dann von einem Gehülfen mittelſt eines beſonderen Werkzeuges erweitert, während der Glasbläſer das Glasſtück hierbei beſtändig umdreht. Man erhält auf dieſe Weiſe eine Art von abgeſtumpftem Kegel ähnlich einer Melonenglocke. Dieſes Glasſtück wird nun wieder an das Arbeitsloch gehalten und aufs Neue erweicht, während die Pfeife horizontal auf eine eiſerne Stange gelegt und ſchnell in eine rotirende Bewegung verſetzt wird. Vermöge der Zentrifugalkraft wird nun die Glocke ganz flach und weitet ſich aus, indem ſie ſo eine runde, bis zu einem gewiſſen Abſtande vom Zentrum ziemlich gleichmäßig dicke Glastafel liefert.

Iſt dieſe Arbeit beendigt, ſo bringt der Arbeiter die Glastafel, indem er ſolche noch beſtändig dreht, auf einen flachen Heerd, welcher mit heißer Aſche angewärmt worden und ſich ganz nahe am Kühlofen befindet. Er legt die Tafel horizontal hin und löſt ſie mittelſt eines ſchwachen Schlages von der Pfeife ab. Ein Gehülfe nimmt ſie dann mit einer Gabel und bringt ſie in den Kühlofen, in den ſie ſenkrecht geſtellt wird. Die ſo verfertigten Glasſcheiben haben in der Mitte einen dicken Butzen. Will man dieſen wegſchaffen, ſo müſſen die Tafeln zerſchnitten werden, und man erhält dann nur kleine Fenſterſcheiben davon; dieſe ſind aber dann ſo ſtark glänzend, wie dieß niemals an den nach dem neuern Verfahren bereiteten Glasſcheiben der Fall iſt, welche übrigens in jeder andern Hinſicht vorzuziehen ſind.

1422. Das neue jetzt allgemein eingeführte Verfahren wollen wir nun ausführlicher beſchreiben.

Sobald das Glas fertig geſchmolzen und gehörig abgerahmt iſt, ſo erhitzt man die Pfeifen an einer Seitenöffnung des Ofens. Der Gehülfe nimmt dann die heiße Pfeife, ſteckt ſie in den Glashafen, nimmt etwas Glas damit heraus, und dreht die Maſſe ſo lang bis ſie nicht mehr von der Pfeife abfließt; er ſteckt ſie hierauf aufs Neue in die Glasmaſſe, um ein neues Quantum von dieſer herauszuheben und reicht ſodann die mit Glas verſehene Pfeife dem Glasbläſer hin. Dieſer ſtellt das Ende derſelben, indem er ſie beſtändig dreht auf eine Eiſenplatte, drückt das Glas am

äußern Ende zuſammen, und taucht die Pfeife aufs Neue in den Glashafen um noch mehr Glas damit herauszuheben. Das rothglühende Glas wird nun unter beſtändigem Herumdrehen in Waſſer getaucht, welches nahe dabei in einem hölzernen Troge ſich befindet. Während der Glasbläſer das Glas nun in verſchiedenen Richtungen in dieſem Troge herumdreht, gießt ein Gehilfe Waſſer auf den Theil des Glaſes, welcher die Pfeife unmittelbar berührt, um dieſe hier abzukühlen und die Adhäſion des Glaſes zu derſelben zu vermindern.

Die abgekühlte Glasmaſſe wird nun an das Arbeitsloch gehalten, um ſie zu erweichen. Sobald der Arbeiter ſie weich genug glaubt, ſo nimmt er ſie weg und fährt fort ſie im Waſſer zu drehen, indem er zugleich ein Sphäroid von erforderlicher Dicke bläſt. Er ſchwenkt hierauf die Pfeife außerhalb dem Waſſer gleich einem Glockenſchwengel hin und her. Zu gleicher Zeit bläſt er auch in die Pfeife und zwar in demſelben Augenblick, wenn ſich dieſe in ſenkrechter Richtung befindet; dadurch verlängert ſich die Kugel und erhält die Form eines Zylinders, ſowohl durch ihr eigenes Gewicht als auch durch die Wirkung des Blaſens.

Das Glasſtück darf, ſo lange es noch weich iſt, niemals ruhen, denn ſonſt würde es ſich von der Pfeife herunterziehen und ſehr ungleich werden.

Der Glasbläſer muß das Glasſtück drei bis viermal vor das Arbeitsloch bringen und es immer wieder erweichen bis es endlich die erforderliche Größe erhalten hat; ſobald dieß der Fall iſt legt er die Pfeife auf einen tragbaren Hacken, welchen ein Gehilfe hält und ſchiebt den Zylinder in den Ofen; hier wird derſelbe am einen Ende erhitzt, indem der Arbeiter zugleich die Pfeifenmündung mit dem Finger feſt verſchließt. Die im Innern der Glasmaſſe befindliche Luft erhitzt ſich nun ſtark und da ſie nirgends einen Ausweg findet, ſo macht ſie das erweichte Ende aufplatzen. Sobald nun die Öffnung gemacht iſt dreht man den Zylinder ſchnell herum, ſo daß ſich die Ränder desſelben ausdehnen und die Mündung ſelbſt dadurch vergrößert wird. Der Glasbläſer zieht hierauf den Zylinder aus dem Ofen und dreht die Pfeife unter beſtändigem vorſichtigen Schwenken.

Dadurch erweitert ſich das Loch immer mehr und wird endlich ſo weit als der Durchmeſſer des Zylinders.

Das Glas kühlt jetzt ſchnell ab und kann ſich nun nicht mehr ſchief ziehen; ſo wie es allmählig feſter wird arbeitet der Glasbläſer langſamer, und iſt es einmal ſo hart geworden, daß es auf keine Weiſe ſeine Form wieder verändern kann, ſo überläßt er es ſeinem Gehilfen. Dieſer legt es auf ein Geſtelle, läßt dann einen Tropfen Waſſer auf das Ende des Zylinders nahe an der Pfeife fallen und thut einen Schlag auf die Mitte der Pfeife; hierdurch ſpringt das Glasſtück mehr oder minder gleich ab. *)

Man ſchneidet hierauf den Zylinder oben, wo er an der Pfeife hing, ab, um ihn gleichweit zu erhalten und ſchreitet dann zum Strecken.

1425. Zuerſt wird der Zylinder der Länge nach aufgeſchnitten; zu dem Endzweck wird er auf ein Geſtelle gelegt, dann mit einem Waſſertropfen eine gerade Linie der ganzen Länge nach gezeichnet und in dieſer Richtung ein Stück heißes Eiſen darauf gehalten. Es entſteht hierdurch ein gleichförmiger Riß, welcher ſogleich den Zylinder der Länge nach ſpaltet. Der aufgeſchnittene Zylinder wird nun vorſichtig in den Kühlofen geſchoben, und dann ſobald man bemerkt, daß er ſich zuſammenrollen will, von dem Glasſtrecker in die Mitte des Ofens auf die Streckplatte gebracht. Dieſe Platte heißt Lagerblatt (lagre) und iſt eine gewöhnliche Glastafel. Es iſt die erſte Tafel der Schmelzung, die auf der eiſernen Ofenſohle ausgebreitet wird, und welche mit etwas Spießglanzglas beſtreut wird. Von Zeit zu Zeit wirft man Kalk auf den Feuerheerd; dieſer wird dann durch den Luftzug fortgeführt und ſetzt ſich zum Theil auf das Lagerblatt. Durch dieſe beiden Mittel wird das Anhängen der erſten Platte an die nachfolgenden verhindert und die

*) Die Glocken, womit man die Stockuhren ꝛc. bedeckt, werden auf gleiche Weiſe gemacht, nur mit dem Unterſchiede, daß man das untere Ende des Zylinders nicht öffnet, ſondern im Gegentheil ſehr regelmäßig und gleichförmig dick zu blaſen ſich bemüht. Die ellyptiſchen Gläſer werden wie die vorhergehenden verfertigt und zuletzt zwiſchen zwei Brettern, nach dem ſie vor dem Ofenloche erwärmt worden ſind, etwas platt gedrückt.

Arbeit geht ſehr leicht. Allein nach Verlauf von 12 bis 24 Std. entglaſt die Lagerplatte, wird ganz hart, und ritzt die Tafeln, welche man auf ſie hinſchiebt; man erſetzt ſie dann durch eine neue.

Sobald der Zylinder auf der Platte liegt und weich genug iſt, ſo legt der Glasſtrecker die beiden Seiten des Zylinders rechts und links aus einander, und ebnet nun die Tafel mittelſt einer hölzernen Krücke, mit der man ſchnell auf der Glasfläche hinfährt. Iſt die Glastafel fertig, ſo ſchiebt man ſie weiter in den Kühlofen, in welchem ſie bald ſo feſt wird, daß ſie ſenkrecht aufgeſtellt werden kann, ohne durch ihr eignes Gewicht wieder gekrümmt zu werden.

1424. Auf die hier zuletzt beſchriebene Weiſe formt man das Tafelglas, das gewöhnlich mit Kali geſchmolzen wird, und demnach alſo zu dem böhmiſchen Glaſe zu rechnen iſt. Nur ein Unterſchied findet hier Statt, nämlich daß bei dem gewöhnlichen Fenſterglaſe die längere Seite der Tafel in der Richtung der Achſe des Zylinders iſt, aus welchem ſie gemacht wird. Dagegen in dem Tafelglas befindet ſich die längere Seite in der Richtung, in welcher der Zylinder aus einander gelegt wird.

Spiegelglas.

1525. Das Spiegelglas iſt ein Natron- und Kalkglas, welches vollkommen rein ſeyn muß. Die hierzu konſtruirten Öfen müſſen demnach ſehr ſtark ziehen, denn man kann bei der Spiegelfabrikation nicht der leichtern Schmelzbarkeit wegen das Alkali nach Belieben vermehren, weil ſonſt die Spiegel mehr oder weniger hygroscopiſch würden; ſie würden ſich dann ſchnell verändern und ihre Politur verlieren. Da die Spiegel ſtets einen hohen Werth haben, ſo iſt es auch nothwendig das Glas chemiſch ſo zuſammen zu ſetzen, daß es ſehr dauerhaft iſt, und vorzüglich dem Einfluſſe der feuchten Luft lange widerſtehen kann.

Das Spiegelglas muß ferner ſehr rein und durchſichtig ſeyn, darf weder Blaſen, noch Knoten oder Streifen zeigen; es iſt alſo eine vollkommen gleichmäßige Verglaſung durchaus erforderlich, und um dieſe zu bewirken muß man

ein ſtarkes Feuer lang unterhalten. Einer der ſchwierigſten Punkte dabei iſt die Reinigung dieſes Glaſes.

1426. Die Fabrikation der Spiegel iſt ſchon ſehr alt und wurde ſogleich bei Errichtung der erſten Glashütten in Europa betrieben. Lange Zeit war Venedig ausſchließlich im Beſitze dieſes Gewerbzweiges, der damals einen wichtigen Handelsartikel für dieſe Stadt abgab. Die Fabrik befand ſich in Murano und lieferte nur geblaſene Spiegel, die ganz auf dieſelbe Weiſe verfertigt wurden, wie gegenwärtig die Fenſtergläſer.

Dieſes Verfahren wurde im Jahre 1665 auch in Frankreich eingeführt, wo franzöſiſche Künſtler eine kleine Fabrik nach der zu Murano in Tourlaville bei Cherbourg errichteten.

Die größten Spiegel, welche man damals machen konnte, waren ungefähr drei Fuß hoch und hatten nicht ſelten Blaſen oder Knötchen und waren ſelbſt ſtreifig wie die gewöhnlichen Gläſer. Alle dieſe Übelſtände wurden vermieden durch die Erfindung des Gießens, welches jetzt noch gebräuchlich iſt. Abraham Thevart erfand dieſes kühne Verfahren, mittelſt welchem man Spiegel von zehen Fuß Höhe verfertigen kann, und führte es zuerſt in Paris in Jahr 1685 aus. Der nämliche Künſtler gründete auch im Jahr 1691 die berühmte Spiegelmanufaktur zu Saint-Gobin, welche ſo lange ohne Konkurrenz blieb.

Gegenwärtig beſtehen in Frankreich drei Gußſpiegelfabriken: die von Saint-Gobin, die von Saint-Quirin und endlich die von Mont-Luçon. Da dieſelben nach einem großen Maaßſtabe angelegt ſind, ſo iſt der Spiegelhandel für Frankreich ein wichtiger Gegenſtand.

1427. Die bedeutende Größe der Spiegel erfordert, daß ſie auch eine entſprechende Dicke haben, und da man gewöhnlich das hierzu nöthige Glas mit Natron ſchmelzt, ſo muß man die Urſtoffe beſonders gut auswählen, damit jede grünliche Färbung vermieden werde, welche das Natronglas ſo leicht annimmt. Man könnte auch dieſen Fehler vermeiden, wenn man Pottaſche, oder wenigſtens ein Gemenge von Natron und Pottaſche anwendete.

In den gegenwärtig beſtehenden Fabriken reinigt man das Natron äußerſt ſorgfältig, und wählt auch ganz reinen Sand und Kalk; demungeachtet aber zeigt das Glas immer eine grünliche oder blauliche Färbung, welche Erſcheinung man nie bei reinem Kaliglas beobachtet. Es iſt aber zu befürchten, daß ein Kaliglas, welches ſo viel Alkali hat als das Spiegelglas, immer hygrometriſch iſt.

1428. Die für Spiegelgläſer erforderliche Dicke führt noch einen andern Übelſtand mit ſich. Es ſind dieſes die Streifen, Blaſen oder Knoten, welche in der Glasmaſſe bleiben und die von Gegenſtänden ausgehenden Lichtſtrahlen ſchief reflektiren, wodurch die Bilder entſtellt werden. Dieſe Mängel zeigen ſich erſt, wenn das Glas mit vielem Koſtenaufwand geſchliffen und polirt worden, wodurch denn die ſchönen Spiegelgläſer ſehr hoch im Preiſe geſteigert werden müſſen. Sobald ſich ſolche Fehler zeigen, ſchleift man entweder das Glas dünner, oder ſchneidet kleinere reine Stücke heraus. Um nun dieſe Übelſtände zu vermeiden, muß das Glas durch langes Schmelzen möglichſt gereinigt werden und zu dem Ende ſetzt man mehr Alkali als zu den Fenſtergläſern zu.

1429. Im vorigen Jahrhundert beſchäftigte man ſich viel mit der Farbe, welche die Spiegelgläſer zur Erfüllung ihres Zweckes haben müſſen. Montamy behauptete, daß die ſchwarze allen andern vorzuziehen ſey; Allut behauptete das Gegentheil. Montamys Anſichten hielten auch bei gründlicher Prüfung nicht Stich. Heut zu Tage iſt man allgemein vom Gegentheil überzeugt und man ſucht den Spiegelgläſern die vollkommenſte Durchſichtigkeit zu ertheilen und die geringſten Spuren von Färbung in denſelben zu zerſtören. Es iſt auch ſehr klar, daß man ſo verfahren muß, wenn man eine vollkommene Reflexion durch die auf der Unterfläche des Glaſes aufgelegte Zinnfolie erzeugen will. Wollte man dagegen die Reflexion auf der erſten obern Fläche hervorbringen, ſo müßte man das Glas nicht nur ſchwarz, ſondern auch vollkommen undurchſichtig machen, wie dieß z. B. bei den Metallen der Fall iſt, und dieß würde nur äußerſt ſchwierig zu bewerkſtelligen ſeyn.

Seit langer Zeit wendete man Holz als Brennmaterial zum Spiegelglasſchmelzen an, allein ſeit einigen Jahren bedient man ſich der Steinkohle mit vielem Vortheil. Zwiſchen der Qualität des Glaſes, welches in Öfen geſchmolzen wurde, die man mit dieſen verſchiedenen Brennſtoffen heitzte, konnte man keinen Unterſchied wahrnehmen. Man bedeckt ſelbſt die in den Steinkohlöfen ſtehenden Glashäfen nicht mehr, ſondern läßt die Maſſe nur zwei bis drei Stunden länger in den Häfen, ehe ſie verarbeitet wird.

1430. *Verfertigung.* Zur Verfertigung der Gußſpiegel wendet man zweierlei Schmelzgefäße an, die *Häfen* (pots) und die *Tiegel* (cuvettes); die erſtern ſind zur Aufnahme der zu ſchmelzenden Stoffe beſtimmt und in ihnen läßt man die geſchmolzenen Stoffe eine geraume Zeit; in die zweiten ſchöpft man das geſchmolzene Glas, welches ſich darin nun vollkommen reinigt. Aus den Tiegeln gießt man ſodann das Glas auf eine Tafel um die Spiegel zu formen. Drei Häfen enthalten ſoviel Glasmaſſe, daß ſechs kleinere oder drei große Tiegel damit angefüllt werden können. Die großen Gießtiegel werden für Spiegel von großen Dimenſionen z. B. von 100 Zoll und darüber angewendet. Seit Kurzem baut man Öfen zu ſechs Häfen und zwölf Tiegeln, nämlich zu acht kleinen und vier großen, und man verfertigt jetzt Tiegel von dreierlei Größen, die *kleine*, *mittlere* und *große* genannt werden. Die kleinen ſind gleichſeitig viereckig und die mittlern nebſt den Großen ſind länglich viereckig. Ungefähr in der Mitte der Höhe dieſes Tiegels iſt eine 2—3 Zoll breite Vertiefung angebracht, die man den Gürtel nennt und in welche die Zangen eingreifen.

Der zu dem Spiegelglaſe angewendete Sand muß ſehr weiß und fein ſeyn. In Ermanglung eines ſolchen Sandes nimmt man weichen, weißen und fein pulveriſirten Sandſtein. Auch können Flintenſteine, Kieſel, Quarz, die geglüht im Waſſer abgelöſcht und pulveriſirt worden, zur Glasmaſſe genommen werden. In *Saint-Gobin* braucht man den Sand von *Aumont*.

Der Glasſatz zu Gußſpiegeln iſt folgender:

Sehr weißer Sand	300
Waſſerfreies kohlenſaures Natron . .	100
Kalk, an der Luft zerfallen	43
Glasſcherben	300

Die Glasſcherben werden dem Gemenge erſt nach der Frittung beigegeben und müſſen vorher fein zerſtoßen werden. Man glüht die Glasſtücke in einem Frittofen und wirft ſie noch rothglühend in kaltes Waſſer; dadurch zerſpringen ſie nach allen Richtungen und die Zerkleinerung wird dann ſehr erleichtert. Man fügt übrigens den Glasſcherben noch 1 Prozent Natron hinzu, um die durch Verflüchtigung verlorene Alkalimenge zu erſetzen.

Die hier angegebenen Mengen von Sand, Alkali, Kalk und Glasſcherben können unter gewiſſen Umſtänden auch eine Abänderung erleiden.

1431. Da die Maſſe, ſobald ſie einmal geſchmolzen iſt, ihr Volum ſehr vermindert, ſo bringt man in die Häfen ungefähr ein Drittel mehr von der Maſſe, als ſie anfangs aufzunehmen im Stand ſind; ſobald das erſte Drittel geſchmolzen iſt, bringt man das zweite hinein und hierauf das letzte. Dieſe drei Zeitpunkte heißen die erſte, zweite und dritte Einlage (fonte). Die zur Schmelzung und zum Läutern (raffinage) erforderliche Zeit iſt theils auf die Häfen theils auf die Tiegel zu rechnen. Man läßt die Glasmaſſe ſechzehen Stunden in den Häfen und eben ſo lange in den Tiegeln; nach Verlauf dieſer 32 Stunden iſt ſie dann zum Gießen fertig. Während der zwei oder drei letzten Stunden hört man auf zu ſchüren; man verſchließt die Arbeitslöcher und überläßt nun die Maſſe ſich ſelbſt, bis ſie die nöthige Konſiſtenz angenommen hat; dieſe Periode nennt man arrêter le verre ou faire la cérémonie. Ehe man das Glas von den Häfen in die Tiegel ſchöpft (tréjetage) muß man letztere von dem alten noch anhängenden Glaſe reinigen (curage). Zu dem Ende nimmt man ſie rothglühend aus dem Ofen, ſcharrt das darin befindliche Glas heraus und läßt es in ein Gefäß mit Waſſer fallen. Nimmt man aber einen neuen Tiegel, ſo gießt man etwas Glas hinein, um ihn damit gleichſam zu waſchen und ſchreitet dann erſt zum Auskratzen wie gewöhnlich. Nach ge-

endigtem Ausfegen ſtellt man die Tiegel wieder in den Ofen und erhitzt ſie, worauf ein Arbeiter mit einem kupfernen Löffel die Glasmaſſe aus den Häfen in ſie einſchöpft. Dieſer muß von Zeit zu Zeit den Löffel wieder kalt werden laſſen, damit er nicht ſchmelze und das Glas ſich nicht an ihn anhänge. Das Ausſchöpfen erfordert zwei Arbeiter, welche einander ablöſen; jeder ſchöpft dreimal und taucht dann ſeinen Löffel in kaltes Waſſer. Hierauf wird der Ofen zugemacht und die Tiegel ſich ſelbſt überlaſſen, damit ſich das Glas läutere, d. h. daß die durch das Herausſchöpfen in der Maſſe erzeugten Blaſen wieder vergehen und der Natronüberſchuß ſich völlig verflüchtigen kann.

1432. Gießen und Formen. Nachdem die Schmelzung und Läuterung beendigt iſt, unterſucht man ob das Glas die erforderliche Beſchaffenheit habe, um gegoſſen werden zu können. Zu dieſem Endzwecke ſteckt man das Ende eines Stabes in den Tiegel und zieht die Probe; die herausgehobene Quantität zieht von ſelbſt und durch ihr eigenes Gewicht einen Faden, indem ſie die Form einer Birne oder einer Glasthräne annimmt, woraus ſich abnehmen läßt, ob die Maſſe die erforderliche Konſiſtenz erhalten hat und keine Blaſen mehr enthält. Hat das Glas dieſe Eigenſchaften erlangt, ſo zieht man den Tiegel mit Zangen aus dem Ofen und transportirt ihn mittelſt eines Wagens nach der Tafel hin, auf welche die ganze Maſſe gegoſſen wird. Jeder Tiegel liefert einen Spiegel.

Während das Glas in den Tiegeln die nöthige Konſiſtenz erhält, muß man den Kühlofen anwärmen, ſowie auch die Bronzetafel, welche das flüſſige Glas aufnimmt. Dieſe Tafel iſt aus einem einzigen Stück gegoſſen; ſie muß wenigſtens 11 Centimeter dick und ihre Oberfläche möglichſt eben ſeyn. Man ſuchte vergebens Spiegel auf 40—50 Millimeter dicken Tafeln zu gießen, denn die Erfahrung lehrte, daß ſolche Tafeln nur für kleine Spiegel paſſen; deren Glasmaſſe nicht ſehr bedeutend iſt. Die dickern Tafeln ſelbſt müſſen von Zeit zu Zeit wieder geebnet werden, weil der raſche Temperaturwechſel gewöhnlich ihre Oberfläche wellenförmig macht. Da dieſe Tafeln ſehr hoch zu ſtehen kommen, (es exiſtirt eine ſolche in

Saint-Gobin von 50—55000 Pfd., welche 100000 Franken gekoſtet hat), ſo verſuchte man in England ſtatt derſelben gußeiſerne Tafeln anzuwenden, allein man reüſſirte nicht und kehrte wieder zu den Bronzetafeln zurück.

Die Bronzetafel ſteht auf einem ſehr ſtarken hölzernen Geſtell mit 3 Füßen. Am Ende jedes Fußes iſt eine gußeiſerne Rolle angebracht, um nach Belieben die Tafel drehen und wenden zu können. Die Tafel ſteht gewöhnlich 80 Centimeter höher als die Hüttenſohle und genau im Niveau mit der Öffnung des Kühlofens. Die Dicke des Spiegels wird durch kupferne Leiſten oder Stäbe beſtimmt, welche 27 Millimeter breit und ſo lang als die Tafel ſind. Ihre Dicke beträgt wenigſtens 8 Millimeter und nimmt mit dem Umfange des Spiegels zu. Dieſe Leiſten werden unmittelbar vor dem Gießen auf die Tafel gelegt und weiter oder enger gerichtet, je nachdem ein größerer oder kleinerer Spiegel gegoſſen werden ſoll.

Um die Glasmaſſe auf der Tafel auszubreiten, wendet man eine Walze an. Da die Walze auf den Leiſten ruht, ſo bleibt zwiſchen ihr und der Tafel ein Raum, der vom Spiegel ausgefüllt wird. Die Walze iſt hohl und ihre Länge gleich der Breite der Tafel. Der Durchmeſſer iſt ungefähr 18—19 Centimeter und ihr Gewicht 250—300 Kilogr.

Sobald der Kühlofen dunkelroth glüht, die Tafel gehörig gewärmt worden iſt und das Glas die nöthige Konſiſtenz angenommen hat, ſo nähert man die Tafel dem Schmelzofen, reinigt ſie und legt die Leiſten zu beiden Seiten. Hierauf ſtellt man die Walze in Bereitſchaft und ſchreitet zum Gießen.

1433. Man öffnet nun die Mündung des Schmelzofens um die Tiegel herauszunehmen; zwei Arbeiter langen mit Hacken in den Ofen und packen den Tiegel, während ein Dritter eine große Zange darunter hineinſchiebt. Sobald dieſe am Boden des Tiegels eingegriffen hat, zieht der Arbeiter unterſtützt von den übrigen beiden, welche mit Hacken arbeiten; ſo wird der Tiegel bis an die Ofenmündung gebracht, dann auf einen eiſernen Wagen geſetzt und zur Tafel hingefahren. Hier wird er abgerahmt und dann unge-

fähr 32 Centimeter über die Tafel gehoben, ringsum abgeputzt und das Glas nun auf die Tafel zwiſchen die Leiſten gegoſſen, indem man in der Nähe der Ofenmündung anfängt und den Tiegel nach der entgegengeſetzten Richtung allmählig zurückzieht. Sobald derſelbe ausgeleert iſt, ſetzt man den Zylinder in Bewegung und rollt ihn auf den Leiſten über das Glas hin, welches ſich ausbreitet und längs der Tafel eine den Raum zwiſchen den Leiſten ausfüllende ebene Maſſe bildet.

Nachdem die Walze über das Glas hingerollt worden, legt man ſie wieder auf ihr Geſtell; man nimmt ſodann die Leiſten weg und bricht die an beiden Seiten des Spiegels hervorſtehenden Gußnahten (bavures) ab. Unterdeſſen bilbildet ein Arbeiter die Randleiſte (rebord) oder den ſogenannten Spiegelwulſt (tête), während ein andrer den Kühlofen reinigt und den Sand gleich ausbreitet, damit der Spiegel leicht darüber hingeſchoben werden kann.

Während man den gegoſſenen Spiegel in den Kühlofen bringt, ziehen andere Arbeiter einen neuen Tiegel aus dem Ofen, der in dem Momente bei der Tafel ankommt, wenn der erſte Spiegel in den Kühlofen gebracht wird.

Da der Spiegel bei ſeinem Eintritt in den Kühlofen noch weich iſt, ſo werden durch den ſtarken Druck, den man beim Hineinſchieben in den Ofen anwenden muß, ſehr ſtarke wellenförmige Erhöhung auf ſeiner Oberfläche erzeugt, welche durch das Schleifen wieder weggeſchafft werden müſſen.

1434. Nachdem der Kühlofen mit Glas angefüllt worden iſt, verſtopft man ſorgfältig alle Öffnungen desſelben mit Blechplatten und Lehm. Nach Verlauf von zwanzig Stunden nimmt man einzelne Blechplatten hinweg und ein paar Stunden nachher öffnet man noch mehr Löcher und ſo fährt man, in dem Maaße als ſich der Ofen abkühlt, damit fort, bis endlich alle Blechdeckel und aller Lehm von den Ofenlöchern weggenommen worden. Sind nun die Spiegel ſo gekühlt, daß man die Hand auf ſie legen kann, ohne ſich zu brennen, ſo können ſie ohne Nachtheil aus dem Ofen gezogen werden.

Die Temperatur des Ofens beim Einbringen des Spiegels muß dunkelroth glühend ſeyn. Würde der Ofen zu heiß ſeyn, ſo könnte das Glas wieder ſchmelzen und ſeine Form verlieren oder wenigſtens am Boden hängen bleiben, ſo daß es nur mit Gefahr des Zerbrechens davon abgenommen werden könnte.

Wäre dagegen der Kühlofen zu kalt, ſo würden die Spiegel ſchlecht abkühlen und könnten beim Herausnehmen oder ſpäter beim Schleifen in Stücken zerſpringen. Der geringſte Temperaturwechſel reicht ſchon hin um einen ſchlecht gekühlten Spiegel zerſpringen zu machen.

Sie zerbrechen auch bisweilen, wenn man den Rand mit dem Diamant abſchneidet, denn gewöhnlich trennen ſich die ſchlecht gekühlten Spiegel nicht an dem Orte des Einſchnittes.

Die Kühlöfen ſind groß; ſie haben gewöhnlich mehrere Feuerungsplätze. Die Ofenſöhle muß aus Backſteinen konſtruirt ſeyn, welche ſämmtlich auf die ſchmale Seite geſtellt ſind und eine vollkommene Horizontalebene bilden. Man beſtreut ſie mit Sand, damit die Spiegel auf dieſem fortgleiten und ſich leicht und ungezwungen beim Erkalten zuſammenziehen können.

1435. Das Schleifen der Spiegel zerfällt in zwei Hauptoperationen, und dieſe ſind: das eigentliche Schleifen (Douciren) und das Poliren. Hat man dem Spiegel die erforderlichen Dimenſionen gegeben, ſo kittet man ihn mit Gyps auf eine Steinplatte und reibt dann mit einem kleinern ebenfalls mit Gyps auf ein beſchwertes Brett aufgekitteten Spiegel darauf herum, indem man anfangs groben Quarzſand dazwiſchen bringt, um die Flächen rauh zu machen; hierauf wird dann mit feinerem Sand geſchliffen.

Die Spiegel werden dann auf eine Tafel gebracht, wo man ſie wieder gegen einander reibt, indem man nun ſtatt des Sandes etwas Smirgel anwendet, der mit viel Waſſer angerührt worden. Iſt die Operation des Schleifens vollendet, ſo polirt man ſie mit einer ſchweren Polirplatte, welche auf ihrer untern Seite mit Filz verſehen iſt.

Als Polirmittel nimmt man Kolkothar oder rothes Eiſenoxyd *) von verſchiedenen Graden der Feinheit; mit gröberem Pulver fängt man an und mit dem feinſten beſchließt man die Arbeit. Iſt der Spiegel vollkommen geſchliffen und polirt, ſo wird er belegt; wir werden dieß ſpäter unter dem Artikel Zinn beſchreiben.

Weißes Hohlglas. (Verre à gobeletterie.)

1436. Dieſes Glas kann ſowohl mit Kali als mit Natron geſchmolzen werden, allein es leuchtet ein, daß Erſteres in vieler Hinſicht den Vorzug verdient, denn die aus böhmiſchem Kaliglas verfertigten Glaswaaren ſind viel leichter, dauerhafter und ſchöner als die aus Natronglas. Das weiße Hohlglas iſt hinſichtlich ſeiner Miſchung nur wenig von dem Fenſterglaſe verſchieden. **)

Zu chemiſchen Glasgeräthſchaften ſchmelzt man z. B. nur Glasabfälle und Scherben von Fenſterglas; dieſes umgeſchmolzene Glas färbt ſich zwar, allein hier bringt dieß keinen Nachtheil.

Es leuchtet von ſelbſt ein, daß man die verſchiedenen, dem Hohlglas zu gebenden Formen leicht allen bereits aufgeführten Glasſorten geben kann, und daß man dem zu Folge nach Belieben weiße, grünliche, bläuliche oder gelbliche hohle Glasgeräthe je nach der Beſchaffenheit der angewandten Stoffe herſtellen kann.

Bouteillenglas.

1437. Das Bouteillenglas beſteht, wie wir oben geſehen haben, aus Kieſelerde, Thonerde, Kalk, Kali oder Natron,

*) Hierzu wird gewöhnlich der bei der Gewinnung des Vitriolöls aus Eiſenvitriol verbleibende Rückſtand angewendet. Auch der bei der Eiſenvitriolfabrikation ſich erzeugende Niederſchlag von baſiſch ſchwefelſaurem Eiſenoxyd, wird hierzu benützt, nachdem er vorher ausgeglüht und wie der Erſtere gemahlen und geſchlämmt worden iſt. A. u. E.

**) Wir machen hier auf Berthiers Erfahrung aufmerkſam, daß nämlich ein Gemenge von Kali und Natron ein weit leichtflüſſigeres Glas giebt als jedes dieſer Alkalien für ſich allein angewendet. Es iſt dieſes für den Hüttenhaushalt von Wichtigkeit und verdient allgemeine Beachtung. (S. Dinglers polyt. Journal Bd. 39.) A. u. E.

Eiſenoxyd und Manganoxyd. Die letztern Oxyde färben dieſes Glas, welches jedoch einen Theil ſeiner Färbung auch der Kohle und ſelbſt zuweilen dem Schwefel verdankt.

Da die Farbe dem Bouteillenglaſe weſentlich zukommt, oder ihm wenigſtens hinſichtlich ſeiner Anwendung keinen Schaden bringt, ſo ſchmelzt man es in offnen Häfen, ſelbſt wenn man mit Steinkohlen feuert. Dieſer Umſtand allein läßt ſchon im Voraus auf die eigentliche Behandlung dieſes Glaſes ſchließen.

1438. Schmelzung. Man nimmt nur wenig Natron oder Kali zur Miſchung des Bouteillenglaſes und da die kohlenſauren Salze dieſer Alkalien theuer ſind, ſo wendet man gewöhnlich in den Hütten nur Holzaſche oder Vareckſoda ihres Alkaligehaltes wegen an. Die übrigen Stoffe werden von ſo unreiner Beſchaffenheit genommen, daß ſie zu anderm Glaſe nicht angewendet werden könnten.

Die zur Bereitung dieſes Glaſes erforderlichen Urſtoffe ſind gelber und eiſenhaltiger Sand, Rückſtände von ausgelaugter roher Soda, ausgelaugte Aſche und friſche Holzaſche, Vareckſoda und gemeiner Thon.

Der gefärbte Sand iſt dem weißem Sande vorzuziehen, indem das ihn färbende Eiſenoxyd die Rolle eines Flußmittels ſpielt. Dieſer bedarf keines vorläufigen Auswaſchens oder einer andern Zubereitung; die in demſelben vorhandenen fremdartigen Körper von etwas größerem Volum z. B. Schwefelkieſe, Kieſelſteine ꝛc. werden jedoch vorher ausgeſchieden; zu dem Endzweck trocknet man den Sand und läßt ihn durch ein Sieb laufen.

Der zum Bouteillenglaſe angewendete Thon iſt eine gelbe mergelige Erde, welche aus Thonerde, Kieſelerde, kohlenſaurem Kalk, Eiſen- und Manganoxyd beſteht; ſie bindet wenig und läßt ſich im trocknen Zuſtand leicht pülvern, wodurch auch die Mengung der Stoffe ſehr erleichtert wird.

Die Rückſtände der ausgelaugten Soda, ſowie die Aſchenrückſtände werden getrocknet und geſiebt, wenn es nöthig iſt. Die friſche Aſche wird in den Häuſern geſammelt und ſollte immer von geſundem Holz oder von Holzkohlen

genommen werden, wegen reicheren Kaligehalts. Man ſiebt und trocknet ſie vor dem Gebrauche. Die Vareckſoda wird pulveriſirt und dann durch ein enges Drathſieb geſiebt.

1439. Folgende Miſchung wird zu Bouteillenglas angewendet:

Gelber Sand	100
Vareckſoda	30 — 40
Ausgelaugte Aſche	160 — 170
Friſche Holzaſche	30 — 40
Gelber Thon	80 — 100
Bouteillenſcherben	100

Die Menge der Glasſcherben läßt ſich nicht feſt beſtimmen; man nimmt mehr davon bei der erſten und zweiten Schmelzung in neuen Tiegeln. Wendet man ſehr thonhaltigen Sand an, ſo läßt man den Mergel weg und nimmt blos Kalk. Das in der Vareckſoda enthaltene Kali läßt ſich auch durch Natron oder rohe Soda erſetzen, aber in dieſem Falle ſetzt man immer friſche Aſche hinzu, um dem Glas auch etwas Kali zu geben. Wendet man Vareckſoda in größerer Menge an, und läßt die ausgelaugte Aſche ganz weg, ſo wird der Sand eher aufgelöſt und das Glas iſt ſchneller geſchmolzen, allein es wird dann Glasgalle in reichlicherer Menge erzeugt.

In dieſem letztern Fall nimmt man dann

Gelben Sand	100
rohe Vareckſoda	200
friſche Aſche	50
Bouteillenſcherben . . .	100

Es wäre ſehr intereſſant, die Stärke der auf beiderlei Art verfertigten Bouteillen mit einander zu vergleichen. Letztere Methode wird jetzt ſehr häufig angewendet. Man arbeitet hiernach in Givors.

1440. Der Schmelzofen für Bouteillenglas enthält gewöhnlich nur ſechs Häfen; dieſe ſind 92—96 Centimeter hoch und haben ungefähr denſelben Durchmeſſer; ihre Dicke auf dem Boden beträgt 10—12 Centimeter. Sie werden faſt bis an den Rand angefüllt; ſobald nun die Maſſe ſich geſenkt hat und in Glas verwandelt worden iſt, ſo bringt man noch neue Miſchung in den Hafen und feuert ſtark. Die Schmelzung geht raſch, denn da die meiſten dieſer Glasſätze

wenig Glasgalle geben, ſo braucht man nicht zuviel Zeit mit der Läuterung zu verlieren. Eine Schmelzung dauert 7—8 Stunden und ſo bald ſie beendigt iſt, feuert man etwas ſchwächer, damit das Glas etwas dicker werde, um verarbeitet werden zu können. Man wirft zu dem Ende in den Feuerungsplatz einen Haufen kleines Brennmaterial, vermindert den Luftzug ſo gut als möglich und vermeidet auf alle Weiſe das Feuer wieder anzufachen, ſo lange das Glas verarbeitet wird. Dieſe Vorbereitung nennt man Kaltſchüren.

1441. Formen der Bouteillen. Dieſe Arbeit iſt äußerſt einfach. Der Gehilfe nimmt mit der Pfeife die nöthige Menge Glas aus dem Hafen und reicht es dem Glasbläſer hin. Dieſer formt unter beſtändigem Blaſen und Drehen nach und nach den Bauch der Flaſche, welche zuletzt in eine Form gedrückt wird. Während nun dieſelbe in der Form iſt, bläſt und dreht den Bläſer beſtändig. Er hebt endlich die Pfeife wieder empor und drückt den untern Theil einwärts, indem er die Flaſche ſenkrecht hält. Hierauf wird der Hals von der Pfeife abgeſchnitten, dieſe am untern Theil der Flaſche befeſtigt, der Hals etwas abgerundet und am Ende desſelben die Glasſchnur herumgelegt, um die Flaſchenmündung ſtärker zu machen; auch wird zuletzt das Siegel darauf gedrückt, wenn die Flaſchen damit verſehen werden ſollen.

Die Gehilfe nimmt dann die Pfeife, trägt die Flaſche in den Kühlofen und löſt ſie von dem Blasrohre durch einen leichten Schlag ab.

Gewöhnlich wendet man Steinkohlen in den Bouteillenglashütten an und rechnet, daß man mit 100 Hektoliter Kohlen ungefähr 3500 Bouteillen liefern kann. Die ordinären Bouteillen koſten zu Givors 9 Franken die 100 Stück und kommen in Paris auf 10 Franken zu ſtehen.

1442. Benutzung. Das Bouteillenglas wird zu Weinflaſchen und zu mehreren großen chemiſchen Geräthſchaften wie zu Retorten, Ballons ꝛc. angewendet. Wir brauchen über dieſe Anwendung keine weitere Erläuterung zu geben, allein über die Gefäße, welche einen hohen Druck

auszuhalten haben, müſſen wir noch einige Worte beifügen. In Frankreich wird ſo viel ſchäumender Wein und gashaltiges Waſſer bereitet, daß ein tüchtiger, unternehmender Fabrikant, der ſich mit der Herſtellung der hierzu erforderlichen ſtarken Bouteillen befaßt, unſtreitig eines lohnenden und zugleich dauernden Erfolges gewiß ſeyn kann. Die zu dieſem Zwecke angewendeten Flaſchen müſſen von Innen einen ſo ſtarken Druck aushalten, daß die zu ſchwachen Bouteillen zerſpringen, wodurch zuweilen Gefahr, immer aber ein nicht unbedeutender Verluſt entſteht. Man könnte dieſen vermeiden oder wenigſtens vermindern, wenn man alle Bouteillen einer Probe unterwärfe, bei welcher ſie einen doppelt ſo ſtarken Druck ausgeſetzt werden, als dieß ſpäter im gefüllten Zuſtand der Fall iſt. Außerdem müßte man nothwendiger Weiſe auch die Form der Flaſchen genauer unterſuchen und die zweckmäßigſte dann beibehalten. Selbſt auf die Glasmiſchung würde viel ankommen und man müßte auszumitteln ſuchen, welche Miſchung das cohärenteſte Glas gäbe. Ferner müßte man noch auf das Kühlen der Bouteillen eine ganz beſondere Sorgfalt verwenden, weil auch hierdurch eine größere Haltbarkeit erzielt werden kann. Colardeau hat bereits zur Prüfung der Stärke der Bouteillen eine Maſchiene erdacht und ausgeführt. Würde dieſe allgemein im Handel eingeführt, ſo würden ohne Zweifel die Glasfabribrikanten mehr Sorgfalt auf die Fabrikation guter Flaſchen verwenden müſſen, und die Bedingungen auszumitteln genöthigt ſeyn, welche zur Verfertigung hinlänglich ſtarker Bouteillen erforderlich ſind, ohne daß jedoch dieſelben auf eine für den Gebrauch ſehr unbequeme Weiſe zu dick gemacht werden müßten.

Aus den Verſuchen, welche die Société d'Encouragement zur Ausmittlung dieſer Frage anſtellen ließ, ſcheint hervorzugehen, daß die Champagner-Weinflaſchen nur dann haltbar ſind, wenn ſie einen Druck von zwölf Atmosphären widerſtehen können. Während nun in den Kellern von den gewöhnlichen Champagner-Flaſchen 20 — 30 von 100 zu Grunde gehen, ſo zerſpringen von den durch Colardeau's Maſchiene probirten neuen Flaſchen höchſtens 2 — 3 unter

100. Es zeigt ſich, daß die Kühlung und die Art der Füllung der Bouteillen ſehr bedeutenden Einfluß haben, den man näher zu ergründen ſuchen muß. Vielleicht wäre es beſſer, in den Bouteillen mehr leeren Raum zu laſſen und ſie erſt dann anzuwenden, nachdem ſie in heißem Waſſer langſam gekühlt worden ſind. Immerhin iſt der Gegenſtand von ſolcher Wichtigkeit, daß die Glasfabrikanten dadurch aufgemuntert werden müſſen die nöthigen Verſuche zur Löſung dieſer Frage anzuſtellen.

Kryſtallglas. (Cristal.)

1443. In allen ältern Werken bezeichnet man alles reine ungefärbte Glas mit dem Namen Kryſtallglas. Man begreift darunter alſo auch das gemeine Kaliglas, das kalkhaltige Kaliglas und endlich auch das bleihaltige Kaliglas. Dieſe Verwechslung muß man kennen, wenn man die ältern Schriftſteller, welche über Glas geſchrieben haben, mit Nutzen leſen will. Gegenwärtig heißt blos das Doppelſalz von kieſelſaurem Kali und kieſelſaurem Bleioxyd Kryſtallglas und dieſes wird zur Verfertigung mannigfaltiger edlerer Gefäße und zu feinern für den häuslichen Gebrauch beſtimmten Gegenſtänden verarbeitet. Das auf gleiche oder wenigſtens ähnliche Weiſe zuſammengeſetzte Glas, welches zu optiſchen Inſtrumenten angewendet wird, heißt Flintglas, und dasjenige, welches man zur Nachahmung der Edelſteine bereitet, wird Straß genannt.

Das Kryſtall- und Flintglas wurde in England erfunden. Dieſe Entdeckung iſt eine natürliche und nothwendige Folge der Anwendung der Steinkohle in faſt allen engliſchen Glashütten. Ehedem konnte man bei Steinkohlenfeuerung in offnen Häfen kein weißes Glas darſtellen; gegenwärtig aber iſt man ſo glücklich geweſen dieſes Problem zu löſen. Um das Glas gegen den es ſchwärzenden Rauch zu verwahren, mußte man die gewöhnlichen Häfen in Retorten mit kurzem Hals umwandeln, der ſich außerhalb des Ofens ausmündete. Allein unter dieſen Umſtänden war die Verglaſung ſehr ſchwierig für die gewöhnlichen Gläſer, man war deshalb genöthigt ſehr viel Alkali zuzuſetzen, was die

Qualität des Glaſes wieder beeinträchtigte. Um dieſes nun zu vermeiden, mußte man ein Mittel auffinden, wodurch die Schmelzbarkeit des Glaſes vermehrt, daſſelbe aber an der Luft nicht zerfließlich wurde, und dieſes erreichte man durch Zuſatz von Bleioxyd. Die Schönheit des Glaſes wurde hierdurch ebenfalls erhöht, weshalb daſſelbe bald einen beſondern Ruf unter den übrigen Glasſorten erlangte und bald auch in andern Ländern verfertigt wurde, in welchen ſich keine Steinkohlen finden. In ſolchen Ländern aber konnte man das bleihaltige Glas auch in offenen Häfen ſchmelzen, wenn man beim Holzfeuer jeden Rauch zu vermeiden ſuchte und die Doſis der Urſtoffe etwas abänderte. Gegenwärtig werden nun alle Glasgefäße, welche man mit beſondern Verzierungen verſehen will, aus Kryſtallglas verfertigt.

1444. Das Kryſtallglas iſt jedoch keineswegs eine neuere Erfindung, oder wenn es wenigſtens neuerdings wieder erfunden worden iſt, ſo war es doch ſchon in früherer Zeit bekannt. Dieß wurde durch die im Jahre 1787 von dem virgil'ſchen Spiegel durch Fougeroux de Bondaroy gemachte Analyſe gezeigt. Dieſer Spiegel wog 30 Pfund, war auf beiden Flächen polirt, durchſichtig, etwas gelblich grün gefärbt und enthielt beinahe die Hälfte ſeines Gewichtes Bleioxyd, beſaß aber übrigens alle Eigenſchaften des Kryſtallglaſes. Dieſer Spiegel wurde in der Schatzkammer zu Saint-Denis von der erſten Zeit ſeiner Verfertigung an aufbewahrt, was beweißt, daß er ſehr lange ſchon vor der Entdeckung des neuern Kryſtallglaſes exiſtirte. Es iſt übrigens klar, daß ſein Name nicht richtig iſt, und daß derſelbe keineswegs beweiſt, daß er dem Dichter Virgil angehörte, oder etwa aus einer ſo frühen Zeit herſtammte. Es liefert dieſes Stück blos den Beweiß, daß man ſchon ſeit langer Zeit Kryſtallglas zu machen verſtand, und daß man ſehr gut ſchon damals die Fabrikationsmethoden kannte, weil man einen Spiegel von ſo großen Dimenſionen zu machen im Stande war; dieſes Geheimniß muß alſo lange Zeit verloren geweſen ſeyn.

Übrigens war die Verfertigung des Kryſtallglaſes nicht ſehr ſchwer, allein daſſelbe ganz ungefärbt darzuſtellen, er-

forderte ſehr viele Verſuche und Proben, welche leicht einen Experimentator entmuthigen konnten. Man darf demnach immerhin annehmen, daß die Kunſt, gefärbtes Kryſtallglas herzuſtellen, vielen ältern Chemikern bekannt war, daß ſie aber nicht im Stande waren, ſo reines und farbloſes Glas zu erzeugen wie das unſrige.

1445. **Bereitung.** Viele Metalloxyde können ſich mit der Kieſelerde verbinden und Silikate bilden, welche ſich leicht mit den kieſelſauern Alkalien vereinigen; allein faſt alle dieſe Silikate ſind gefärbt. Nur das Bleioxyd und Wismuthoxyd ſcheinen die einzigen zu ſeyn, welche äußerſt wenig gefärbtes Glas geben, das im gehörigen Verhältniß mit kieſelſaurem Kali gemengt ungefärbtes Glas liefert. Da das Wismuthoxyd viel theurer als das Bleioxyd iſt, ſo wendet man immer das letztere zur Kryſtallglasfabrikation an.

Das gut zubereitete Kryſtallglas muß ſtets farblos ſeyn. Es iſt auch durchſichtiger, reiner, ſchwerer, und hat mehr Glanz als das gewöhnliche Glas; dieſe Eigenſchaften verdankt es dem kieſelſauren Bleioxyd. Da nun Letzteres für ſich gelb gefärbt iſt, ſo färbt es auch das Kryſtallglas etwas gelblich, wenn es demſelben in zu großer Menge zugeſetzt wird.

Man darf alſo deshalb ſowie auch noch aus einem andern Grunde nicht zu viel kieſelſaures Blei hinzufügen. Das Bleiſilikat iſt nämlich viel weicher und leichter zu ritzen als die kieſelſauern Alkalien, weshalb von dieſem Salz nicht zu große Mengen zugeſetzt werden dürfen, weil ſonſt das leicht zu ritzende Glas zu vielen häuslichen Zwecken nicht brauchbar wäre. Auch macht dieſe Zuthat das Glas viel theurer und ſchwerer, ſo daß alſo dieſe Miſchung in anderer Beziehung keinen Vortheil darbietet. Einige Schriftſteller ſcheinen zu glauben, daß die große Dichtigkeit des Kryſtallglaſes ein Vorzug wäre, allein dieß iſt nicht der Fall und iſt im Gegentheil ein Übelſtand.

1446. So wie man bei der Kryſtallfabrikation nur kieſelſaures Blei anwenden kann, ebenſo läßt ſich nur kieſelſaures Kali mit ihm verbinden, wenn man ſehr weißes Glas erzeugen will. Das kieſelſaure Natron gibt ſtets ein blaues

oder grünes Glas, deſſen Farbe bei größeren Gegenſtänden, welche man häufig aus Kryſtallglas verfertigt, ſehr ſichtbar iſt und einen unangenehmen Eindruck macht.

Man käme vielleicht auf den Gedanken ſich des Natronglaſes zu bedienen, wenn man nur dünne Glasgeräthe zu machen hat, allein da die Kryſtallglasgefäße gewöhnlich durch Schleifen noch beſondere Verzierungen erhalten, ſo läßt ſich die Dicke derſelben nicht beliebig und gleichmäßig vermindern. Außerdem iſt auch das Kühlen bei Natronglas ſchwieriger, wenn man etwas große und verhältnißmäßig dicke Gefäße verfertigen wollte. Das Kryſtallglas iſt ſo leicht flüſſig, daß man kaum das Zuſammenſinken dieſer Gegenſtände während der Kühloperation verhüten könnte.

Aus den angeführten Gründen iſt das Kryſtallglas nur zu dicken Glasgefäßen beſtimmt, weshalb man denn auch nur ungefärbtes Glas hierzu anwenden kann, *nämlich* das Doppelſalz von kieſelſaurem Blei und Kali. Ebenſo muß man auch ganz reine Urſtoffe anwenden, welche nicht im Geringſten durch färbende Oxyde verunreinigt ſeyn dürfen.

1447. Die Kieſelerde muß ganz weiß und frei von Eiſen- und Manganoxyd ſeyn. Hierzu eignet ſich beſonders der Sand von Etampes, von Aumont, von Lonjumeau, von Fontainebleau und andere, vorzüglich wenn man dieſe Sandvarietäten vorher mit verdünnter Salzſäure wäſcht, um die darin befindlichen Spuren von Mangan- und Eiſenoxyd wegzuſchaffen.

Das kohlenſaure Kali muß ebenfalls vorläufig gereinigt werden; dieß geſchieht durch Auflöſen der Pottaſche und Abdampfen der geklärten Auflöſung bis zur Trockne. Alle färbenden Oxyde ſetzen ſich zu Boden und durch Abdampfen der klaren Auflöſung erhält man dann kohlenſaures Kali, welches zwar mit andern Salzen gemengt iſt, aber kein Eiſen- und Manganoxyd mehr enthält. Kann man ſalpeterſaures Kali wohlfeil haben, ſo läßt ſich damit das kohlenſaure Kali erſetzen.

Das käufliche Bleioxyd iſt faſt nie rein; es enthält Kupfer- Eiſen- und Manganoxyd gewöhnlich in ſolcher Menge, daß man unmöglich ein farbloſes Kryſtallglas dar-

aus bereiten kann. Deshalb fabrizirt man zum Behuf der Kryſtallglasbereitung das Bleioxyd ganz beſonders. Man wählt ſehr reines metalliſches Blei und oxydirt es, indem man ſorgfältig die Berührung mit fremdartigen Körpern vermeidet, welche der Qualität deſſelben ſchaden könnten. Man verwandelt gewöhnlich das Bleimetall in Überoxydul und erzeugt ſonach Mennig. Das damit bereitete Kryſtallglas enthält aber keinen Mennig, indem dieſer in der Glühhitze einen Antheil Sauerſtoff verliert und in Oxyd übergeht, welches ſich dann mit der Kieſelerde verbindet. Es iſt übrigens ſehr vortheilhaft und wahrſcheinlich höchſt nothwendig, dem ſchmelzenden Gemenge einen Körper beizugeben, welcher im Anfange der Schmelzung Sauerſtoff abgeben kann.

Man glaubte, daß dieſe Sauerſtoffentbindung nöthig wäre, um die Glasmaſſe in beſtändiger Bewegung zu erhalten, damit eine Sonderung in Schichten von verſchiedener Dichtigkeit vermieden werde. Bei näherer Erwägung aber kann man leicht einſehen, daß der Mennig ſich viel eher zerſetzt, als die Maſſe zu ſchmelzen anfängt. Der ſich entbindende Sauerſtoff hat wahrſcheinlich die Beſtimmung eine dem Moderſtoff ähnliche Subſtanz zu verbrennen, welche ſich in der rohen Pottaſche vorfindet, und die zwar bei Kalzination der Pottaſche zum Theil verbrannt wird, demungeachtet aber noch in der käuflichen Pottaſche in merklicher Menge vorhanden iſt. Kommt dieſer Stoff mit dem Bleioxyd in der Hitze zuſammen, ſo wird erſteres zu Metall reduzirt und färbt das Kryſtallglas; durch den aus dem Mennig ſich entbindenden Sauerſtoff aber wird jene organiſche Subſtanz vollkommen verbrannt und der beſagte Nachtheil findet dann nicht Statt.

Es leuchtet von ſelbſt ein, daß man dasſelbe Reſultat erhalten würde, wenn man ſich des ſalpeterſauern Kalis ſtatt des kohlenſauern bediente, und man könnte dann den Mennig durch Bleioxyd erſetzen.

1448. Miſchung des Kryſtallglaſes. Man wendet wie bei den übrigen Glasſorten auch für dieſes verſchiedene Glasſätze an, je nach der Beſchaffenheit der Öfen und

der Natur des Brennſtoffes. Folgende Miſchungen werden für Steinkohlenöfen bei bedeckten Häfen genommen:

Reiner Sand	300
Mennig	200
Gereinigte Pottaſche . .	100
Glasabfälle	300

hierzu ſowie zu den folgenden Miſchungen ſetzt man nöthigen Falls

Braunſtein	0,45
Arſenichte Säure . . .	0,60

dieſe Miſchung iſt die gewöhnlichſte, will man aber noch feineres und dauerhafteres Glas haben, ſo nimmt man

Reinen Sand	300
Mennig	200
Gereinigte Pottaſche . . .	90 — 95

Wenn der Ofen gut zieht, wie z. B. im Winter, ſo vermindert man die Pottaſchendoſis; im Sommer dagegen arbeitet man nach der vorhergehenden oder der nachfolgenden Vorſchrift: *)

Reiner Sand	300
Mennig	215
Gereinigte Pottaſche . . .	110
Salpeter	10
Borax	12

1449. Bei Beſchickungen, welche in offnen Häfen bei Holzfeuerung verglaſt werden ſollen, darf man etwas weniger Mennig nehmen. Die Hitze iſt ſtark genug dazu. Am einfachſten iſt es übrigens, wenn man den Sand, den Mennig und das kohlenſaure Kali in dem Verhältniß von 3:2:1 anwendet; man erhält davon ein gutes Glas. Sobald

*) In den Glashütten zu Leith und Edinburg beſteht die Kryſtallglasbeſchickung aus:

vorher geſchlämmten und gut gebrannten Sand . .	300
reiner Pottaſche	100
Mennig	150
Bleiglätte	50

und kleinen Mengen weißen Arſenik und gereinigten Braunſtein.

Um das Glas flüſſiger zu machen, wird etwas Salpeter zugeſetzt, aber nicht zu viel, ſonſt leiden die Tiegeln ſehr. Statt des Sandes hat man auch Quarz angewendet, aber ohne ſonderlichen Erfolg; reines Sandſteinpulver zeigte ſich geeigneter. A. u. E.

es die Art der Feuerung erlaubt, ſo ſucht man nämlich ſo viel Mennig zu erſparen. Man kann das Mennigquantum ſogar noch mehr reduziren, allein es kann dieß nur dann auf Koſten der Schönheit des Produktes geſchehen. Will man ein recht ſchönes Glas erzeugen, ſo nehme man

Sand . . .	300
Mennig . .	180
gereinigte Pottaſche .	120
Scherben . .	300
Arſenichte Säure .	0,45
Braunſtein . .	0,60

Hat man die Stoffe wohl mit einander gemengt, ſo werden ſie in die Häfen gebracht, in welchen ſie nach einiger Zeit ſchmelzen. Gewöhnlich hat man zur vollkommnen Schmelzung 14 Stunden nöthig und ebenſo lange braucht man zur Verarbeitung des Glaſes, wenn ein Hafen ungefähr 300 Kilogramme Maſſe enthält.

1450. Formen des Kryſtallglaſes. Es wird auf dieſelbe Weiſe wie das gewöhnliche Glas verarbeitet, kann aber leichter und vielfacher gehandhabt werden, als dieſes, weil es leichtflüſſiger iſt; auch entglaſt es ſich nicht ſo leicht, weshalb man es weit öfter als das gemeine Glas beim Feuer wieder erweichen kann. Nicht unwahrſcheinlich iſt es auch, daß das Kryſtallglas dieſen beiden Umſtänden, die ſo ausgezeichnete Politur ſeiner Oberfläche verdankt, in Folge welcher es den erſten Rang unter den glaſigen Stoffen einnimmt.

Indem man das Kryſtallglas in Meſſingformen bläſt, ſo erhält man Gefäße mit den mannigfaltigſten, niedlichſten Verzierungen und Reliefs, die aber durch ihre ſtumpfern Umriſſe doch leicht von denen zu unterſcheiden ſind, welche man durch Schleifen und Schneiden hervorbringt.

Der geringen Härte wegen eignet ſich dieſes Glas beſſer zum Schleifen als jedes andere. Dieſe Arbeit, welche man in vier Operationen eintheilen kann, wird mit unglaublicher Schnelligkeit ausgeführt. Man ſchleift zuerſt das Glas mittelſt einer eiſernen Schleifſcheibe und mit Sand rauh, giebt ihm nachher mit einem Sandſtein den feinern Schliff, wo-

durch die rauhe, durch die vorige Operation erzeugte Fläche wieder verſchwindet, und polirt endlich mittelſt einer hölzernen Scheibe und Bimsſtein; zuletzt giebt man mit einer Korkſcheibe und Zinnaſche die feinſte Politur.

Seit einigen Jahren ſchleift man viele Glaskugeln zu Lampen ſowohl innen als außen matt. Es iſt leicht begreiflich wie man die äußere Fläche ſchleift, die innere aber erfordert einen beſondern Kunſtgriff. Man bringt zu dem Endzweck Sand von gleichmäßigem Korn in die matt zu ſchleifende Kugel und ſetzt nun mehrere dieſer Kugeln in eine Trommel, welche man in rotirende Bewegung bringt; dadurch werden die innern Wände ſämmtlicher Kugeln ſchnell abgerieben und erlangen einen ſehr gleichförmigen matten Schliff. *)

*) Die Glasſchleiferei iſt in Böhmen, vorzüglich aber in England ſehr vervollkommnet worden. Jede Glashütte, die ſich in England mit Anfertigung von Kryſtallgläſern beſchäftigt, hat auch eine Dampfmaſchiene von 4 bis 6 Pferdekräften zum Betrieb der Schleifſcheiben. (Die Dampfmaſchiene wird zu gleicher Zeit zum Pochen des Thons für die Häfen und zum Zerkleinern der Beſchickungsmaſſe benutzt.)

Zum Fertigſchleifen ſind verſchiedene Scheiben nöthig:

a.) die Schneidſcheibe (cutting wheel), eine gußeiſerne Scheibe von 18—21 Zoll Durchmeſſer und 1 Zoll ſtark, auf der Peripherie gut abgedreht; über derſelben hängt eine Küpe mit in Waſſer angerührtem feinſt geſchlemmten und von allem Thon befreitem Sand. Durch eine Hahnöffnung an der Küpe fallen fortwährend beim Schleifen ſandhaltige Tropfen auf die Schneidſcheibe. Werden Gläſer mit Brillantſchnitten verſehen, ſo wird an der Kante der Scheibe geſchliffen; will man aber blos platte Stellen (glatte Würfel ꝛc.) anſchleifen, ſo wird das Glas an die flache Peripherie des Rades gehalten. Die geſchliffenen Stellen ſind nun ganz rauh und werden deshalb

b.) auf der Glättſcheibe (smoothing wheel) weiter behandelt. Dieſe beſteht aus einer Art feinem weichen Wetzſchiefer (Derbyshire-stone) von möglichſt gleichmäßiger Härte. Für die angeſchliffenen Brillanten iſt die Peripherie des Steines keilartig geformt ⋂, für die glatten Würfel aber iſt die Peripherie ganz flach ⊓. Über dieſen Scheiben befindet ſich ein mit Hähnen verſehener Waſſerkaſten, aus welchem während des Schleifens Waſſer auf die Scheibe läuft. An der Seite der Scheiben iſt ein Schwamm befeſtigt, der fortwährend die Oberfläche der Scheibe ganz rein hält.

Die glatt geſchliffenen Stellen werden nun

c.) auf der Polirſcheibe (polishing wheel), einer hölzernen, ſtets durch Waſſer benetzten Scheibe polirt. Die letzte Politur erhalten ſie aber erſt

Flintglas.

1451. Das Flintglas iſt, wie bereits erwähnt, diejenige Varietät von Kryſtallglas, welche man zu optiſchen Zwecken anwendet. Es muß daſſelbe eine bedeutende Dichtigkeit von wenigſtens 3,6 haben; darf nur wenig oder noch beſſer gar nicht gefärbt ſeyn, und muß eine ſehr gleichförmige Maſſe ohne Blaſen und Streifen bilden. Letztere Bedingung iſt äußerſt ſchwierig zu erfüllen, wenn man Flintglas in bedeutenden Maſſen zu großen Oculargläſern für aſtronomiſche Fernrohre herſtellen will.

---

d.) auf der Bürſtſcheibe (finishing wheel), die 6 Fuß im Durchmeſſer und 3′ Breite auf der Peripherie hat. Man trägt auf dieſe Bürſte feinen mit Waſſer eingerührten Bimsſtein auf und polirt ſo das geſchliffene Glas fertig.

Ehe alſo ein Glas fertig wird, ſind vier Operationen nöthig, und demnach auch vier verſchiedene Bänke. An jeder Bank ſind 2 bis 4, je nach der Ausdehnung der Anſtalt, gleichartige Scheiben. Die Bänke ſind an den langen Seiten des Hauſes angebracht und die Welle, welche ſämmtliche Scheiben durch Riemen in Bewegung ſetzt, liegt in der Höhe ebenfalls parallel mit deſſen Längenſeite.

Im nördlichen Deutſchland ſind die Glasſchleifereien noch ſelten und der Gebrauch der Dampfmaſchienen in deutſchen Glashütten überhaupt noch wenig bekannt, obgleich die Dampfmaſchienen in den Fabriken auf der Hoffnungshütte bei Düſſeldorf a/R., in Magdeburg, zu Lauchhammer bei Elſterwerda, in Berlin ꝛc. gut und ſehr billig zu haben ſind. In der Nähe vieler Glashütten kommt auch Torf vor, der ein vorzügliches Brennmaterial für den Betrieb der Maſchiene abgiebt.

Auch zum Schmelzen des Glaſes ſelbſt läßt ſich der Torf anwenden. Schon vor 15 Jahren hat Herr Roſcher, jetzt zu Friedrichsthal bei Dresden, mit Torf Bouteillenglas geſchmolzen; der Ofen war wie gewöhnlich conſtruirt, jedoch waren zur Beförderung des Zuges unter dem Roſte Kreuzzüge 10′ tief angebracht. Die Verflüchtigung der Torfaſche (ſie wird mechaniſch vom ſtarken Zuge fortgeriſſen) iſt ein Übelſtand, der deſſen Anwendung zur Weißglasfabrikation verbietet. Es ließe ſich demſelben aber durch Anwendung halb bedeckter Häfen begegnen, wie ſolche bei Steinkohlenfeuerung (S. Taf. 34 Fig. 6) in England im Gebrauche ſind.

Hier finde ich auch mich veranlaßt zu bemerken, daß der in Tafel 34 dargeſtellte Ofen nicht von der Art iſt, wie man ſolche gewöhnlich in England findet. Die meiſten engliſchen Öfen ſtehen in 40′ hohen und 20′ weiten ſogenannten Glashäuſern wie Fig 4 in Taf. 36 zeigt.

Kryſtallglasöfen ſind gewöhnlich auf 8 Häfen eingerichtet und immer rund; die Flamme aus dem Ofen entweicht durch 8 in der Kuppel befindliche Züge, wovon jeder ungefähr 8 Quadratfuß im Lichten weit iſt.

Seit langer Zeit ſchon ſcheinen die Kryſtallglasfabrikanten das Flintglas bereitet zu haben, indem ſie zuweilen in ihren Tiegeln ein für Optiker taugliches Stück Kryſtallglas fanden. Allein das Problem einer ſichern und regelmäßigen Verfertigung des Flintglaſes war immer noch nicht gelöſt, als Guinand ſich mit dieſem Gegenſtande zu beſchäftigen anfing. Dieſer ſcharfſinnige Künſtler brachte es ſo weit, daß er Flintglasmaſſen erzeugte, die zu 12zölligen Objektivgläſern angewendet werden konnten, welche man früher von ſolcher Dimenſion gar nicht kannte. Er theilte ſein Geheimniß dem berühmten Fraunhofer mit und beide erzeugten mehrere Jahre lang vortreffliches Flintglas, ohne daß man ihr Geheimniß entdecken konnte. Nach ihrem Tode ſetzte der eine Sohn Guinands, der Beſitzer des Geheimniſſes ſeines Vaters war, die Fabrikation des Flintglaſes in der Nähe von Neuchatel fort. Der zweite Bruder verſuchte vergeblich Flintglas in der Glashütte zu Choiſy (bei Paris) zu machen, und erſt Thibeaudeau und Bontems, die Beſitzer dieſes Etabliſſements, waren nach vielen vergeblichen Verſuchen des Erſteren ſo glücklich, Flintglasmaſſen zu erzeu-

---

Die Häfen (Taf. 34 Fig. 6) werden aus Stourbridge-Thon gefertigt; gewöhnlich wird 1 gebranntes Thonpulver, 1 Pulver von feuerfeſten Backſteinen und 1 roher Thon dazu genommen. Den rohen Thon läßt man Jahre lang an der Luft liegen und ſticht ihn öfters um, damit alle vegetabiliſchen Beſtandtheile vollkommen zerſetzt werden. Bei Anfertigung der Häfen wird zuerſt ein Thonklumpen gemacht, der den Boden bildet, und deſſen Rand noch 2—3″ hoch aufgebogen werden kann, um den Anfang für die Seitenwände zu geben. Der Boden iſt 6″ ſtark. Den folgenden Tag werden ungefähr 12″ in einzelnen Klumpen an die Seitenwände aufgetragen, die ſo neben einander gelegt werden, daß die Wand des Hafens im Durchſchnitt im friſchen Zuſtande ausſieht wie Blättergebackenes. Den nächſten Tag wird eine eben ſo hohe Schicht aufgelegt und ſo fort bis der Hafen fertig iſt. Die meiſten Kryſtallhäfen ſind im Lichten 2′ weit und 2 1/2′ hoch. Die Wände ſind 3 1/2″ ſtark und der Hals iſt ſo eingerichtet, daß er mit einer Platte von Gußeiſen verſchloſſen werden kann. Dieſe Häfen werden 5 bis 9 Monate lang in beſondern Schoppen an der Luft getrocknet; ſie kommen dann 8—14 Tage in das Glashaus und nun erſt in den Temperirofen. Die engliſchen Häfen halten oft 12 Monate; ſtehen dieſelben aber nur halb ſo lang, ſo hält man ſie für ſchlecht. Die Bouteillenglashäfen ſind wie gewöhnlich oben offen und ſehr groß, nämlich 2′ 6″ unten, 3′ 6″ oben im Lichten weit und 4′ hoch. A.

gen, welche wenigſtens eben ſo groß, als die ſchönſten von Guinand dem Vater dargeſtellten waren. *) Wir dürfen alſo hoffen, daß dieſer Induſtriezweig für Frankreich gewonnen iſt, und daß unſere Optiker das Flintglas nicht mehr vom Auslande zu beziehen nöthig haben. **)

*) Fraunhofer vervollkommnete erſt, nachdem Guinand das optiſche Inſtitut in München ſchon im Jahre 1813 verlaſſen hatte, die Fabrikation des Flintglaſes noch ſehr und lieferte Gläſer, welche an Reinheit und Vortrefflichkeit alles bisher Bekannte übertrafen. Das berühmteſte damit konſtruirte Teleſcop befindet ſich auf der Sternwarte zu Dorpat, und wurde von Herrn v. Struve in einer beſondern Monographie ausführlich beſchrieben. Nach der Verſicherung des Herrn v. Utzſchneiders, des Beſitzers der nach dem Tode Fraunhofers noch fortbeſtehenden optiſchen Anſtalt iſt das Geheimniß der Bereitung dieſes trefflichen Flintglaſes nicht verloren gegangen, ſondern es wird daſſelbe im Gegentheil von gleicher Güte auch ferner geliefert. (S. Poggendorffs Annalen Bd. 15 S. 250.) Zu wünſchen wäre es, daß aus einem für die Wiſſenſchaft ſo wichtigen Gegenſtande, wie dieß die Flintglasbereitung iſt, kein Geheimniß mehr gemacht würde. Durch Unglücksfälle können dieſe Geheimniſſe verloren gehen und die Wiſſenſchaften erleiden dann großen, oft lange Zeit nicht erſetzbaren Verluſt. A. u. E.

**) Ganz neuerdings ſind auch ſehr gelungene Verſuche zur Bereitung des Flintglaſes von Herrn Dr. Körner in Jena angeſtellt worden. Aus 100 Thl. Quarz, (zuvor mit Salzſäure behandelt) 80 Thl. Mennig, 30 Thl. Weinſteinſalz ſchmolz Körner ein vollkommen klares, waſſerhelles und ſtreifenfreies Flintglas. (Kaſtners Archiv f. d. geſammte Naturlehre Bd. 7 S. 248.

Intereſſante Verſuche im Kleinen ſtellte Herr Profeſſor Doebereiner über die Bereitung eines Strontian- und Barytglaſes an. 1 At. kohlenſaures Kali, 1 At. kohlenſ. Natron und 1 At. kohlenſ. Strontian oder ſtatt deſſen 1 At. kohlenſ. Baryt geben mit 14 At. Kieſelerde zuſammengeſchmolzen ein ausgezeichnet ſchönes Glas, welches ſpezifiſch ſchwerer iſt und das Licht ſtärker bricht als das gewöhnliche Kronglas. Dieſe Verſuche ſind um ſo beachtenswerther, weil Herr Döbereiner hierdurch zuerſt zeigte, wie wichtig die Anwendung der chemiſchen Proportionslehre auch bei der Glasbereitung werden könnte. (Poggendorffs Annalen Bd. 15 S. 239.)

Noch müſſen wir hier einer Arbeit des engliſchen Chemikers Faraday erwähnen, welche zum Zweck hatte ſehr ſchweres Glas aus kieſelſaurem und borſaurem Bleioxyd darzuſtellen. Es gelangen die hierüber angeſtellten Verſuche auch und Faraday bereitete durch Zuſammenſchmelzen von Bleioxyd, Kieſelerde und Borſäure in verſchiedenen Verhältniſſen mehrere ſehr ſchwere Glasarten, die jedoch einiger beſonderen Eigenſchaften wegen zu optiſchen Zwecken bis jetzt noch nicht vortheilhaft verwendet werden konnten. (Poggendorffs Annalen Bd. 18 S. 515.) A. u. E.

1452. Bereitung. Man verfährt dabei wie bei der Bereitung des Kryſtallglaſes oder Straßes. Wahrſcheinlich erhält man es durch Schmelzen der hierunten angeführten oder ähnlicher Miſchungen.

reiner Sand	300
Mennig	300
gereinigte Pottaſche . . .	150
Borar	10
arſenichte Säure	0,45
Manganoxyd	0,60

Der Borar kann auch in größerer Menge zugeſetzt werden, und es ſcheint ſogar räthlich zu ſeyn, einen Theil der Kieſelerde durch Borſäure zu erſetzen.

1453. Formen. Es kommt auf einen Kunſtgriff an das Streifigwerden und die Blaſen des Flintglaſes zu vermeiden und darauf beruht das Geheimniß der Fabrikation. Man behauptet, Guinand der Vater hätte zuerſt gröſſere Glasmaſſen hergeſtellt und daraus dann die reinſten Stücke in verſchiedenen Richtungen herausgeſchnitten. Die reinſten herausgelöſten Stücke wurden dann wieder im Ofen erweicht und die Oberfläche ſo geformt, wie man ſie haben wollte. Es iſt auch nicht unwahrſcheinlich, daß man bei der Fabrikation auf eine mehr oder minder ähnliche Weiſe verfährt, denn es ſcheint überhaupt ſehr ſchwierig zu ſeyn, große Flintglasmaſſen ganz ohne Streifen darzuſtellen.

Farbloſer und gefärbter Straß.

1454. Lange ſchon waren die Methoden zur Bereitung künſtlicher Edelſteine bekannt. Schon Merret, Neri, Kunkel, Orſchal, Haudicquer de Blancourt, Montami und Leviel haben hierzu mehr oder minder brauchbare Vorſchriften geliefert. Bullion und Fontanieu haben beide mit vieler Klarheit die Grundſätze aufgeſtellt, worauf die Kunſt beruht. Man kennt demnach wenigſtens ſchon ſeit ſechzig Jahren die Zuſammenſetzung des Straßes und dennoch hat man erſt in den letztern Jahren in Frankreich Fabriken errichtet, welche hinſichtlich der Bereitung

künſtlicher Edelſteine mit Deutſchland zu konkurriren im Stande ſind.

Douault-Wieland hat mit großem Eifer und Sachkenntniß dieſen Gegenſtand bearbeitet und ihm verdanken wir die wirklichen Verbeſſerungen, welche bei der Bereitung des Straßes neuerdings eingeführt worden ſind. Mit lobenswerther Uneigennützigkeit machte er ſeine eigenen Methoden, welche er bei Darſtellung des Straßes im Großen anwendete, bekannt, nachdem Fontanieu vorher eine mangelhafte und nicht genaue Arbeit über dieſen Gegenſtande geliefert hatte.

1455. Ungefärbter Straß. Die Grundlage für die künſtlichen Edelſteine iſt der farbloſe Straß, der durch kieſelſaure Metalloxyde gefärbt, die nachgeahmten farbigen Edelſteine liefert. Wird er ohne färbende Zuthat geſchnitten und geſchliffen, ſo wird dadurch der Diamant nachgeahmt.

Man bereitet den Straß aus Kieſelerde, Pottaſche, Borax und Bleioxyd; zuweilen fügt man auch etwas arſenichte Säure hinzu. Will man ein ſehr reines Produkt haben, ſo muß man möglichſt reine Urſtoffe anwenden.

Die Kieſelerde muß entweder als Bergkryſtall, als reinſter Sand oder als Quarz genommen werden. Am beſten eignet ſich immer der Bergkryſtall hierzu; der Quarz oder Kieſel enthält gewöhnlich etwas Eiſenoxyd, welches das Glas gelb färbt; ebenſo verhält es ſich mit dem reinſten Sand. Um dieſe Kieſelmineralien pulveriſiren zu können, werden ſie zuvor geglüht und im kalten Waſſer abgelöſcht.

Die Pottaſche darf nicht mit andern Salzen verunreinigt ſeyn. Douault-Wieland nahm die reinſte Pottaſche oder in einigen Fällen ſelbſt das durch Alkohol gereinigte Ätzkali; uns ſcheint der Salpeter hier den Vorzug zu verdienen, weil man ſich dieſes Salz leicht ſehr rein verſchaffen kann.

Der käufliche Borax z. B. der holländiſche liefert ein braunes Glas, und deshalb muß man kryſtalliſirte Borſäure nehmen.

Das Bleioxyd wird als reinſter Mennig angewendet. Die abſolute Reinheit des kohlenſauren Bleioxydes, welches

mittelſt Kohlenſäure aus baſiſch eſſigſaurem Blei in der Bleiweißfabrik zu Clichy bereitet wird, würde dasſelbe ebenfalls zu dieſem Zwecke geeignet machen; es gibt auch wirklich ein ſehr ſchönes Glas, allein es iſt nicht ganz ohne Blaſen.

Sehr viel kommt ferner auf die Wahl der Schmelztiegel an. Die heſſiſchen ſind die beſten und ſelbſt beſſer als Porzellantiegel. Zuweilen färbt die Tiegelmaſſe das Glas gelb oder bräunlich, ſobald die Wände derſelben etwas Eiſenoxyd fahren laſſen. Dieſen Übelſtand hat man zwar bei harten Porzellantiegeln nicht zu befürchten, allein ſie zerſpringen ſehr leicht und werden nicht ſelten von der ſchmelzenden Maſſe ſo angegriffen, daß ſie Löcher bekommen.

Man ſchmelzt die Maſſe gewöhnlich in Töpferöfen oder Porzellanöfen und die Tiegel bleiben ungefähr 24 Stunden im Feuer. Je länger man die Glasmaſſe im ruhigen Fluß erhält, deſto härter und ſchöner wird der Straß. Zu dem Endzwecke iſt es am beſten, dieſelbe im Porzellanofen zu ſchmelzen, wenn man ſehr gute Tiegel hat; iſt dieß aber nicht der Fall, ſo würde man zu großen Verluſt an Glasmaſſe in ſchlechtern Tiegeln erleiden und dann zieht man gewöhnlich den Töpferofen vor.

1456. Douault hat durch Anwendung verſchiedener Miſchungen ſehr ſchönen Straß erhalten. Folgende vier Miſchungen haben gute Reſultate geliefert.

Angewendete Stoffe.	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.
Bergkryſtall	300	. . .	300	. . .
Sand	. . .	300	. . .	300
Mennig	470	. . .	462	. . .
Bleiweiß von Clichy .	. . .	514	. . .	512
Ätzkali mit Alkohol gereinigt	163	96	168	96
Borax	22	27	18	27
Arſenichte Säure . .	1	1	0,5	1

Es geht hieraus hervor, daß hinſichtlich der Miſchung der Straß dem Flintglas am nächſten ſteht.

Der ungefärbte Straß wird nur von den Juwelieren angewendet und zwar, um die Diamanten nachzuahmen. Er iſt in der neuſten Zeit wieder ſehr beliebt, weil er jetzt in vieler Hinſicht dem ächten Diamant ſo ſehr ähnlich dargeſtellt wird.

Mit Bergkryſtall erhält man, wie behauptet wird, einen härtern Straß als mit bloßem Sande oder Kieſel; bisweilen aber iſt er zu weiß, was für die kleinen und mittleren Steine mehr nachtheilig als vortheilhaft iſt. Sie haben weniger Glanz und Feuer, als diejenigen, welche etwas gelb gefärbt ſind. Dieſe Färbung verſchwindet dann nach dem Schleifen.

1457. Gefärbter Straß. Dieſer ſoll die verſchiedenen mehr oder minder geſchätzten Edelſteine nachahmen. In dieſer Hinſicht iſt die Kunſt den Straß zu bereiten, eine beſchränkte Kunſt, denn ſobald man den ächten Steinen getreu nachgeahmte Kunſtprodukte darzuſtellen im Stande iſt, ſo iſt der Zweck erfüllt. Hauptbedingung iſt alſo die größtmögliche Ähnlichkeit desſelben mit den natürlichen Edelſteinen, denn wenn der Straß die ſchönſten Farbennüancen beſäße und wenig Ähnlichkeit mit den ächten Steinen hätte, ſo würde er keine Liebhaber finden. Die Käufer verlangen nämlich, daß die künſtlichen Steine ſo vollkommen hergeſtellt werden, daß ſie das ungeübte Auge für wahre Edelſteine hält, deren Werth natürlich viel höher iſt.

Nicht allein die Farben ſelbſt, ſondern auch deren Intenſität iſt alſo den Straßfabrikanten vorgeſchrieben. Zwar hätten wir die Bereitung des gefärbten Straßes eigentlich mit dem gefärbten Glaſe und der Glasmalerei zuſammenſtellen ſollen, allein es ſchien uns für den Leſer bequemer zu ſeyn, wenn wir hier die Vorſchriften zur Darſtellung dieſer Produkte geben; was dagegen die Theorie der Färbung des Straßes betrifft, ſo werden wir ſpäter in dem den gefärbten Gläſern gewidmeten Kapitel wieder darauf zurückkommen.

Bei der Bereitung der künſtlichen Edelſteine ſind viele Vorſichtsmaaßregeln zu beachten, zu deren Kenntniß man allein durch die Praxis gelangen kann. Die rohen Stoffe müſſen fein pulveriſirt und dann durch wiederholtes Sieben aufs Vollkommenſte mit einander gemengt werden. Für

jede Miſchung muß man ein beſonderes Sieb haben. Um nun die Maſſe gehörig ohne Streifen und Blaſen gleichförmig geſchmolzen zu erhalten, muß man die reinen, ſorgfältig gemengten Subſtanzen in den beſten Schmelztiegeln bei allmählig verſtärktem Feuer ſchmelzen. Iſt das Maximum der Hitze erreicht, ſo muß dieſelbe gleichmäßig erhalten und die Maſſe 24—30 Stden. im Feuer gelaſſen werden; die Tiegel läßt man ſodann möglichſt langſam erkalten, damit die Maſſe zugleich gekühlt werde.

1458. Topas. Dieſe Kompoſition verändert ſich leicht während des Schmelzens wegen der hohen anhaltenden Hitze. Sie geht vom Weißen ins Schwefelgelbe bis zum Violetten oder Purpurrothen über, je nach Umſtänden, die man bis jetzt noch nicht genauer kennt. Man kann dieſe Glasmaſſe mit dem deutſchen und italieniſchen Rubinglaſe vergleichen.

Douault giebt hierzu folgende Vorſchrift:

Weißen Straß	1000
Spießglanzglas	40
Caſſius'ſchen Goldpurpur .	1

Man muß durchſcheinendes Spießglanzglas von heller Bronzefarbe nehmen. Auch mit Eiſen kann man aus folgender Miſchung ein ziemlich ſchönes Topasglas erhalten:

Straß . .	1000
Eiſenoxyd .	10

1459. Rubin. Dieſer iſt der geſuchteſte und theuerſte unter den künſtlichen Edelſteinen. Mit dem Topas kann man ſich ſtets nach Belieben ſehr ſchöne Rubine bereiten. Zuweilen giebt nämlich das Topasgemiſch eine trübe am Rande nur durchſcheinende Maſſe, die in dünnen Blättchen roth erſcheint. Schmelzt man nun 1 Theil von dieſer trüben Topasmaſſe und 8 Thl. im heſſiſchen Tiegel geſchmolzenen Straß in einem Töpferofen und läßt ſie 30 Stden. im Feuer, ſo erhält man einen ſchönen gelben Kryſtall. Wird dieſer mit dem Löthrohre umgeſchmolzen, ſo liefert er den ſchönſten orientaliſchen Rubin.

Einen minder ſchönen und etwas anders gefärbten Rubin erhält man aus folgender Miſchung

Farbloſen Straß . .	1000
Manganoxyd . . .	25

1460. Smaragd. Dieſer iſt leicht darzuſtellen. Am beſten iſt es farbloſen Straß zu nehmen und denſelben mit Kupferoxyd zu ſchmelzen. Fügt man Kobaltoxyd hinzu, ſo erhält man zugleich einen ins Blaue ſpielenden Stein. Folgende Miſchung eignet ſich am beſten zur Nachahmung des natürlichen Smaragdes.

farbloſer Straß	1000
reines Kupferoxyd . . .	8
Chromoxyd	0,2

Durch größern Zuſatz von Chromoxyd oder Kupferoxyd, und indem man zugleich etwas Eiſenoxyd beimiſcht, kann man die grüne Farbe abändern und einen dunklern Smaragd erzeugen, der Ähnlichkeit mit dem Peridot hat.

1461. Saphir. Zur Erzeugung eines ſchönen blauen orientaliſchen Saphirs nimmt man ſehr weißen Straß und reines Kobaltoxyd. Man giebt die Miſchung in einen heſſiſchen Tiegel, lutirt denſelben gut und läßt ihn 30 Stunden im Feuer. Die Miſchung iſt:

ungefärbter Straß .	1000
Kobaltoxyd	15

1462. Amethyſt. Die Farbe desſelben muß ſchön und ſammtartig geſtreift ſeyn, wenn er einigen Werth haben ſoll. Mit folgender Miſchung gelingt deſſen Bereitung am beſten.

ungefärbter Straß . . .	1000
Manganoxyd	8
Kobaltoxyd	5
Caſſius'ſcher Goldpurpur .	0,2

1463. Aqua-Marin (Beryll). Dieſer Stein iſt nicht ſonderlich geſucht. Es iſt ein blaßer Smaragd, der ins Bläuliche ſpielt und beinahe die Farbe des Meeres hat. Man erhält ihn aus

ungefärbtem Straß . .	1000
Spießglanzglas	7
Kobaltoxyd	0,4

1464. Syriſcher Granat. Dieſer Stein, ehemals Karfunkel genannt, wird wegen ſeiner lebhaften Farbe ziem-

lich geſchätzt. Er wird hauptſächlich zu kleinen Juwelen verwendet. Dieſer künſtliche Granat iſt eine Art dunkler Rubin, der nach folgender Vorſchrift bereitet wird: *)

*) Außer den hier angeführten nachgeahmten Edelſteinen werden noch viele andere Kunſtprodukte dieſer Art erzeugt. Hierher gehören z. B. auch die undurchſichtigen gefärbten Glaspaſten, die theils zu den verſchiedenartigſten Gegenſtänden verarbeitet werden, theils aber auch zur Nachahmung der aus ächten Edelſteinen geſchnittenen Gemmen oder Kameen dienen. Man giebt dieſen Paſten verſchiedene Namen nach den Steinen, welche ſie vorſtellen ſollen, z. B. Avanturin, Laſurſtein, Chryſopras, Türkis, Obſidian, Jaspis, Agat ꝛc. Der künſtliche Obſidian war neuerdings in England ſehr Mode und wurde daſelbſt auch ſehr vollkommen erzeugt. Hierher gehört auch der ſchwarze Hyalith vom Grafen B u q u o y in Böhmen. Der Hyalith oder das Steinglas iſt ein dunkles undurchſichtiges Glas wozu nebſt den gewöhnlichen Glasmaterialien Eiſenſchlacken, Silberſchlacken oder auch Baſalt verwendet werden, nachdem dieſe vor dem Eintragen in die Glashäfen gut ausgeglüht, gepocht und mehrere Male geſchmolzen werden. Das Hyalithglas gleicht im Äußern dem ſchwarzen engliſchen Steingute. Nebſt der Härte iſt der ſchöne Glanz deſſelben, welcher durch keine künſtliche Politur nachgeahmt werden kann, bemerkenswerth. Der Hyalith kann auch wie das Wedgwoodgeſchirr zu heißen Getränken, ohne zu ſpringen, verwendet werden. Man macht hieraus vorzüglich einfache, geſchmackvoll geſchliffene oder geſchnittene und auch vergoldete Thee- und Caffeeſervices, ſowie Trinkbecher, Blumentöpfe, Leuchter, etruskiſche Vaſen ꝛc. Man macht auch rothen und geäderten Hyalith. (S. v. Kees Darſtellung des Fabrik- und Gewerbsweſens. Bd. 2 S. 891.)

Wir müſſen hier auch anhangsweiſe noch aufführen die G l a s p e r l e n, G l a s k o r a l l e n, G l a s k n ö p f e, P a t e r l e i n, G l a s g l a n z ꝛc., welche theils aus ungefärbten, meiſt aber aus gefärbten Glasflüſſen bereitet werden. Produkte dieſer Art werden vorzüglich in Venedig, Böhmen, Thüringen und auf dem Fichtelgebirge erzeugt.

Die Glasperlen zerfallen in zwei Hauptgattungen in maſſive oder geblaſene. Die erſtern werden auf folgende Art bereitet: Ein Arbeiter ſtößt eine eiſerne Stange in die glühende Glasmaſſe, rundet den anhängenden Glasklumpen auf einem hohlen Eiſen und ſticht das Loch durch. Ein zweiter Arbeiter ſetzt einen ähnlichen Glasklumpen an und beide laufen dann wenigſtens 100 Schritte in entgegengeſetzter Richtung von einander, wobei die Glasmaſſe eine durchlöcherte Stange bildet. Dieſe Stangen werden dann zerbrochen und mit eiſernen Meſſern in kleine Stücke zerhackt. Die noch an der Bruchſtelle mit ſcharfen Kanten verſehenen Glasſtückchen kommen in Pfannen oder Zylinder mit einer pulverigen Miſchung zuſammen und werden darin beſtändig umgerührt oder gedreht. Dadurch erweichen die Kanten und werden abgerundet. Die Pulvermaſſe, unter der ſich auch Aſche befindet, wird genommen, damit ſich die Löcher nicht verſtopfen. Es giebt maſſive Glasperlen von ſehr verſchiedener Farbe und Größe. Hierher gehören z. B. auch die ſogenannten Strickperlen.

ungefärbter Straß . . .	1000
Spießglanzglas	500
Caſſius'ſcher Goldpurpur .	4
Manganoxyd	4

Schmelz oder Email. (Email.)

1465. Wir verſtehen unter Email eine Glasmaſſe, welche Zinnoxyd enthält; gewöhnlich aber verwechſelt man unter dieſem Namen ſehr verſchiedene Produkte mit-einander, welche mit dem weißen zinnhaltigen Email nichts gemein haben als die Anwendung, die man von ihnen zum Emailliren verſchiedener Gegenſtände macht. Es iſt jedoch klar, daß man unter Beobachtung der erforderlichen Vorſichts-maaßregeln jede verglaſungsfähige Maſſe zum Emailliren gebrauchen kann, und wenn man das Email als beſondere Glasart aufführt, ſo gründet ſich dieß weniger auf deſſen techniſche Anwendung, als vielmehr darauf, weil das gewöhn-liche, am meiſten gebrauchte Email ſich durch die Gegenwart der Zinnſäure (Zinnoxyd) von allen übrigen Glasarten we-ſentlich unterſcheidet.

Die hohlen Perlen, welche die ächten Perlen nachahmen ſollen, wer-den aus weißen, ſelten nur aus gefärbten Glasröhren vor der Lampe gebla-ſen. Die meiſten dieſer Perlen werden rund geblaſen, die ſogenannten Kropf-perlen erhalten aber auch Auswüchſe, um die natürlichen beſſer nachzuahmen. Jede Perle iſt mit zwei Löchern zum Anhängen verſehen. Ein Arbeiter kann täglich 4—5000 Stück von der kleinern Sorte blaſen. Die Hauptſache iſt die Auskleidung dieſer Perlen mit einer Maſſe, wodurch ſie den Perlen ähnlich werden. Früher nahm man dazu blos weißes Wachs, allein jetzt ahmt man den Glanz und das Farbenſpiel der natürlichen Perlen ſehr gut mittelſt einer Flüſſigkeit nach, die man eine Perleſſenz neunt. Man bereitet dieſelbe dadurch, daß man die Schüppchen oder glänzenden Lamellen, welche man durch Waſchen und Reiben von den Schuppen des Weißfiſches (Cypri-nus alburnus) abſcheidet, in flüſſiges Ätzammoniak wirft. Die glänzenden perlartigen Theile werden durch Ätzammoniak gegen Fäulniß geſchützt, und erhalten dadurch eine ſolche Weichheit und Biegſamkeit, daß man ſie innen über die ganze hohle Fläche der Glasperle anbringen kann, wenn man die Eſſenz in dieſelben hineinbläſt. Die Perleſſenz kann auch durch Farbenzuſatz gefärbt werden. (S. Dinglers polytech. Journal Bd. 39 S. 143.)

Die Glaskorallen, Päterlein, Glasknöpfe werden auf ſehr verſchiedene Art geblaſen oder geformt. Glasglanz iſt ein äußerſt dünn geblaſenes und dann zerſtoſenes Glas von den verſchiedenſten Farben, welches als Streuſand zur Verzierung auf Tapeten und Papparbeiten ꝛc. angewendet wird. A. u. E.

Weiter oben haben wir geſehen, daß das weiße Email aus Kieſelerde, Zinnſäure, Bleioxyd und einer alkaliſchen Baſis beſteht; wir wollen nun deſſen Bereitungsart kennen lernen.

1466. Man bereitet eine Legirung von 15 Thl. Zinn und 100 Blei; dieſe wird an der Luft bis zum Rothglühen erhitzt und oxydirt ſich dann ſchnell auf der Oberfläche. Man zieht die oxydirte Maſſe ab und ſucht die Fläche ſtets in metalliſchem Zuſtande zu erhalten, damit der Sauerſtoff der Luft immerwährend darauf einwirken kann. Sobald das ganze Metallquantum oxydirt iſt, pulveriſirt man das Oxyd und ſchlämmt es hierauf. Die gröbern, ſich ſchnell abſetzenden Theile werden dann wiederhohlt pulveriſirt und geſchlämmt und die zuletzt noch rückſtändigen Metalltheile aufs Neue durch Kalziniren vollſtändig oxydirt.

Das ſo erhaltene Gemenge von Zinn- und Bleioxyd (zinnſaures Bleioxyd), welches durch Schlämmen in das feinſte Pulver verwandelt und von jedem Metalltheilchen geſondert worden, wird nun mit einer Glasmaſſe gefrittet. Die hierzu erforderliche Miſchung beſteht aus

Quarzſand	100
Zinnſaurem Bleioxyd . .	200
gereinigter Pottaſche . .	80

Man bringt dieß Gemenge in einen Schmelztiegel, den man einem gelinden Feuer ausſetzt, wodurch die Maſſe gefrittet und höchſtens nur auf der Oberfläche geſchmolzen wird. Dieſe Fritte liefert die Grundlage zu allem Email.

Man kann auch die Portaſche durch kohlenſaures Natron und ſelbſt durch Kochſalz erſetzen, allein man erhält dann ein Email von beſondern Eigenſchaften.

1467 In den ältern Schriftſtellern iſt eine geringere Doſis Alkali angegeben, allein man wendete damals auch den Talk ſtatt dem Kieſelſande an und in dieſem Falle erſetzt derſelbe die alkaliſche Baſis zum Theil. Z. B. die von Neri gegebene Vorſchrift reduzirt ſich alſo ungefähr auf folgende Beſtandtheile:

50,0 Talk	=	Kieſelerde . . . . 25 Thonerde . . . . . 13 Kalk oder Eiſenoxyd 3,45 Kali 8,75	
50,0 aus gleichen Theilen Zinn und Blei kalzinirte Maſſe	=	Zinnſäure . . . . . 26 Bleioxyd 24	
0,5 Pottaſche	=	Kali 0,30	

Es leuchtet von ſelbſt ein, daß die Eigenſchaften eines ſolchen Gemiſches nicht genau mit denen der oben angegebenen Kompoſition übereinſtimmen können. Offenbar ſchadet die Anweſenheit des Eiſenoxydes, allein vielleicht iſt der Kalk oder die Thonerde dagegen nützlich.

Clouet hält es für nothwendig ein Gemenge von 3 Thl. Quarzſand und von wenigſtens 1 Thl. Talk zu nehmen. Die Wirkung des Talkes läßt ſich auch zum Theil erſetzen, wenn man den reinen Sand vorher mit Pottaſche frittet, allein man erhält dann keine Thonerde in dem Email und vielleicht iſt doch ihre Gegenwart einigermaſſen nützlich.

1468. Auch die Beſchaffenheit der oxydirten Metalllegirung iſt gleich den Proportionen der übrigen Subſtanzen veränderlich. Mann wendet Zinn und Blei in ſehr verſchiedenen Verhältniſſen an. Da man gleiche Theile Blei und Zinn und auch wieder 100 Blei und 15 Zinn vorſchreibt, ſo iſt klar, daß man alle zwiſchen dieſen beiden Verhältniſſen ſtehenden Gemenge anwenden kann. Dieſe quantitativen Abänderungen müſſen nothwendig auch die Eigenſchaften des Emails verändern, und daraus läßt ſich auch erklären, warum die Bereitung dieſes Kunſtproduktes ſo lange geheim bleiben konnte. Alle Töpfer verſtehen ſehr gut das für das gemeine Fayence beſtimmte Email zu bereiten und anzuwenden, allein Email auf die Metalle zu befeſtigen, ſcheint eine bei Weitem ſchwierigere Aufgabe zu ſeyn, die nur Wenige mit Sicherheit zu löſen im Stande ſind.

Die Venetianer haben dieſen Induſtriezweig lange ausſchließlich beſeſſen, und da er nicht von Bedeutung iſt, ſo lohnt es ſich kaum der Mühe, ihnen denſelben zu entreißen zu ſuchen. Übrigens bereitet man in Frankreich ſeit längerer Zeit ſchon Email, welches ſich mit dem venetianiſchen meſſen

kann. Lambert beſchäftigte ſich mit dieſem Zweige der praktiſchen Chemie und hat in Sèvres eine Werkſtätte errichtet, welche den Bedarf von ganz Frankreich befriedigen kann.

1469. Hat man die Fritte auf beſagte Weiſe bereitet, ſo muß man das Email ſchmelzen und jede zufällige Färbung wegzuſchaffen ſuchen. Dieß geſchieht durch Zufügung einer gehörigen Menge von Manganüberoxyd. Man macht anfangs einige kleine Verſuche mit verſchiedenen Gemengen. Hat man die nöthige Menge des zuzuſetzenden Braunſteins erforſcht, ſo mengt man die pulveriſirte Fritte mit demſelben, ſetzt es in einen Schmelztiegel ein und ſchmelzt nun bei möglichſt ſtarkem, rauchfreien Holzfeuer. Sobald die Maſſe in den Fluß gekommen iſt, gießt man ſie in Waſſer und pulveriſirt ſie. Dieſe Operation wird drei oder viermal wiederholt und dann giebt man das fertige Schmelzglas in den Handel.

1470. Im Email kann man die Zinnſäure auch durch Antimonſäure erſetzen, dann aber darf man kein Bleioxyd anwenden. Die ſo erhaltene Kompoſition ſcheint ſich beſſer zu blau oder purpur gefärbtem Email zu eignen. Nach Clouet liefern folgende Verhältniſſe ein ſehr gutes Produkt:

300 weißes Glas.
100 Borax
25 Salpeter
100 Antimonium diaphoreticum (ausgeſüßtes).

1471. Das Schmelzglas wird auf dieſelbe Weiſe wie der Straß gefärbt, nur nimmt man gewöhnlich mehr färbende Stoffe. Die Anwendung des Schmelzglaſes iſt ſehr verſchieden; bei dem Artickel Faïence werden wir eine der wichtigſten Arten deſſelben kennen lernen, womit die gemeine Faïence glaſirt wird. Bei der Glasmalerei werden wir auch auf die Anwendung des Emails zum Emailliren der Metalle, ſo wie auf die Emailmalerei ſelbſt wieder zurückkommen, welche vorzüglich in der eigentlichen Porzellanmalerei von Wichtigkeit iſt.

Capitel X.

Töpferwaaren.

1472. Unter dem Namen Töpferwaaren begreifen wir nicht nur die zur Zierde oder für die Hauswirthſchaft beſtimmten Gefäße aus gebranntem und glaſirtem Thon, ſondern überhaupt alle Gegenſtände, welche aus Thon verfertigt und dem Feuer ausgeſetzt worden ſind. Folglich zählen wir hierher die Backſteine, Ziegel, die Söllerſteine zum Belegen der Fußböden ꝛc., ſowie andererſeits die Porzellanwaaren und das feinſte Töpfergut.

Die Kunſt den Thon zu formen und ihn durch zweckmäßiges Brennen im Feuer zu härten, ſcheint ſchon in den früheſten Zeiten von den Menſchen ausgeübt worden zu ſeyn. Sobald die Ausbildung des Menſchengeſchlechtes einige Fortſchritte gemacht hatte, wurden die Nahrungsmittel gekocht, und dazu gebrauchte man mehr oder minder rohe Thongefäße. Nicht ohne Erſtaunen bemerkt man ſpäter eine gewiſſe Gleichförmigkeit und Übereinſtimmung, ſowohl in der Bereitungsart dieſer Waaren, als in den Erzeugniſſen dieſes Gewerbszweiges ſelbſt, unter noch halbwilden oder doch wenigſtens noch ſehr ungebildeten Völkern, die ſelbſt in weiten Entfernungen von einander oder auch zu ganz verſchiedenen Zeiten lebten.

Die Töpferei hat in unſerer Zeit bewundernswürdige Fortſchrittte gemacht und es iſt vorzüglich die Praxis bereits ſehr vervollkommnet worden; dagegen ſind in Beziehung auf die Theorie viele Thatſachen bisher noch unerklärt geblieben. Wenn wir in dieſem Kapitel alle theoretiſch wichtigen Punkte der Töpferei berühren, ſo wollen wir jedoch uns nicht anmaßen, die noch unerörterten Fragen ſämmtlich zu löſen, ſondern hoffen nur, daß ſobald die wichtigſten Mo-

mente einmal feſtgeſtellt ſind, man auch die wünſchenswerthen Aufſchlüſſe darüber zu erlangen im Stande ſeyn wird, entweder indem man die in den Werkſtätten beobachteten Thatſachen auf zweckmäßige Weiſe mit einander zu verknüpfen ſucht, oder indem man andrerſeits auch die Urſtoffe und die daraus hergeſtellten Produkte einer genauern Analyſe unterwirft.

1473. Die Reſultate, welche wir bei gründlicher Betrachtung des Glaſes gefunden haben, veranlaſſen uns, eine allgemeine, ziemlich klare Anſicht auch über die Töpferwaaren aufzuſtellen. Es läßt ſich nämlich ſchon im Voraus die Art der Reaktion beſtimmen, welche zwiſchen den zur Bereitung der Töpferwaaren angewendeten Stoffen Statt findet, wenn ſie dem Feuer ausgeſetzt werden.

Die natürlichen oder künſtlichen Gemenge, welche die bildſame Maſſe des Töpfergutes bilden, können folgendermaſſen klaſſifizirt werden.

Kieſelerde und Thonerde	idealer Grundtypus.
Kieſelerde, Thonerde und Kalk . . .	gewöhnliche Töpferwaare, Steingut, Fayence, Schmelztiegel, Backſteine, Söllerſteine, Ziegel ꝛc.
Kieſelerde, Thonerde und Eiſenoxyd .	
Kieſelerde, Thonerde, Kalk u. Eiſenoxyd	
Kieſelerde, Thonerde und Kali	hartes Porzellan.
Kieſelerde, Thonerde und Natron . . .	weiches Porzellan.
Kieſelerde, Thonerde und Magneſia . .	piemonteſiſches Porzellan.
Kieſelerde, Thonerde und Baryt	Wedgwood-Geſchirr.

Ein aus Kieſelerde und Thonerde beſtehender reiner Thon, wäre alſo ſo zu ſagen der ideale Grundtypus, den aber die Natur beinahe nie darbietet. Obgleich ſich nun mit Sicherheit die Behauptung aufſtellen läßt, daß aus ähnlichem Thon wirkliche Töpferwaaren erzeugt werden könnten, ſo iſt es doch nicht minder gewiß, daß die zu dem gewöhnlichen Töpfergut verwendeten Verbindungen aus noch mehreren Stoffen zuſammengeſetzt ſind. Stets ſind in den Töpferwaaren Kieſelerde und Thonerde die weſentlichen oder wenigſtens vorherrſchenden Beſtandtheile. Ein Gemenge aus beiden zieht ſich ſchon von ſelbſt im Feuer zuſammen und erlangt die nöthige Härte und Dichtigkeit; durch Hinzufügung irgend einer andern Baſis aber wird die Schmelzbarkeit

vermehrt. Man kann hieraus abnehmen, daß die übrigen oben bereits bezeichneten Baſen mit der Thonerde und Kieſelerde leicht verglasbare Doppelſilikate in größerer oder geringerer Menge bilden. Sind dieſe nun in der aus einfacher kieſelſaurer Thonerde beſtehenden Maſſe vertheilt, die oft auch noch überſchüſſige Kieſel- oder Thonerde enthält, ſo tragen ſie kräftig zur Vermehrung der Härte und Kohärenz des Geſchirres bei.

In der Töpfermaſſe würde man alſo haben

Silikate von verſchiedenen Baſen	ſchmelzbar.
Thonerdeſilikat	unſchmelzbar, aber fähig im Feuer zu erhärten.
Überſchüſſige Kieſelerde oder Thonerde . .	unſchmelzbar und im Feuer beinahe unveränderlich.

Die Beziehung, in welcher dieſe verſchiedenen Subſtanzen unter einander ſtehen, ihre Beſchaffenheit, ſowie der Feuersgrad, dem man ſie ausſetzt, ſind Umſtände, welche ohne Zweifel einen ſehr ſtarken Einfluß auf die Natur der Produkte üben. Wir werden dieſe Umſtände bei Betrachtung der einzelnen Arten von Töpferwaaren am beſten kennen lernen.

1474. Für ein Werk, wie das Unsrige iſt, bieten die chemiſchen Beſtandtheile der Töpferwaaren das beſte Mittel zur Klaſſifikation dar. Die mittelſt einer ſolchen Betrachtungsweiſe erhaltenen Gruppen ſtehen zugleich in enger Beziehung zu denjenigen, welche man erhält, wenn man die aus der Natur der in techniſcher Beziehung betrachteten Produkte ſich ergebenden Merkmale als Eintheilungsgrund annimmt; die Klaſſen, welche wir auf dieſe Weiſe bilden werden, ſind auch genau dieſelben, welche Brongniart ſeit langer Zeit ſchon unter dem Artikel Thon im Dictionnaire des sciences naturelles aufgeſtellt hat.

1.) Weiches Porzellan. Kieſelerde, Thonerde, Kali, Natron und Kalk.

2.) Chineſiſches Porzellan. Kieſelerde, Thonerde, Kali.

3.) Piemonteſiſches Porzellan. Kieſelerde, Thonerde, Magneſia.

4.) Steinzeug. Kieſelerde, Thonerde und zuweilen Baryt, Kalk oder Eiſenoxyd.

5.) Feines Fayence. Kieſelerde, Thonerde und zuweilen Kalk.

6.) Gemeines Fayence. Kieſelerde, Thonerde, Eiſenoxyd.

7.) Feuerfeſte Backſteine und Schmelztiegel. Kieſelerde, Thonerde mit Spuren von Kalk oder Eiſenoxyd.

8.) Gemeine Backſteine, Söllerſteine, Ziegel ꝛc. Kieſelerde, Thonerde, Eiſenoxyd und zuweilen auch Kalk.

Wir wollen nun ſowie bei dem Glaſe der ſpeziellen Betrachtung der einzelnen Arten eine gedrängte Überſicht der Hauptcharaktere der Töpferwaaren und der bei ihrer Fabrikation gebräuchlichen Methoden voranſchicken.

1475. Urſtoffe. Der Töpfer wendet ziemlich viele Urſtoffe an, theils zur Bereitung der Töpfermaſſe, theils zur Glaſur und endlich vielerlei zu den Verzierungen, welche man häufig auf der Oberfläche des Geſchirres anbringt.

Zu den metalliſchen Verzierungen werden edle Metalle, als Gold, Platin und Silber angewendet. Die Farben werden durch Metalloxyde erzeugt, welche gefärbte, im Feuer unveränderliche Silikate bilden können. Hierher gehören die Oxyde von Kobalt, Chrom, Eiſen, Kupfer, Mangan, Zink, Antimon, Uran und einige andere.

Die Glaſuren ſind ſtets Glas; theils aber wendet man Körper hierzu an, wie ſie die Natur uns ſchon fertig darbietet, und dieſes iſt z. B. bei dem Feldſpath der Fall, welcher für das harte Porzellan eine Glaſur abgiebt; theils ſind ſie ähnlich dem Feldſpath oder Bouteillenglas künſtlich zuſammengeſetzt; theils werden ſie endlich durch Email oder eine Art Kryſtallglas gebildet und ſind dann die Produkte verſchiedenartig zuſammengeſetzter Miſchungen. Das Bleioxyd oder eigentlich das kieſelſaure Bleioxyd ſpielt bei Bereitung der Glaſuren eine wichtige Rolle.

Die Töpfermaſſe wird mittelſt verſchiedener Subſtanzen dargeſtellt, welche man auf zweifache Weiſe klaſſifiziren kann. Um das Geſchirr leicht formen zu können, muß die

Maſſe biegſam und dehnbar ſeyn, ſich mithin verlängern und biegen und unter den Händen des Arbeiters ſtrecken laſſen, ohne zu zerreißen oder zu berſten. Beſitzt dagegen die Maſſe andrerſeits zu viel fette und bindende Eigenſchaften, ſo verdampft das darin befindliche Waſſer nicht gleichförmig und das Geſchirr berſtet dann leicht in mehreren Richtungen, ſowie man dieß an reinen Thonmaſſen wahrnimmt, die man der Luft ausſetzt, nachdem ſie befeuchtet worden ſind. Man begegnet dieſem Übelſtand, indem man die plaſtiſche oder bindende Eigenſchaft der Thone durch Zuſatz eines Körpers vermindert, der dieſe Eigenſchaft nicht beſitzt. Zur Bereitung der Maſſe hat man alſo plaſtiſche und nicht plaſtiſche Subſtanzen nöthig.

Die plaſtiſchen zur Töpfermaſſe angewendeten Stoffe ſind: Thon, Mergel, Magneſit, denen man Gyps, Talk und Ocher beigeben kann.

Die nicht plaſtiſchen Stoffe ſind: Kieſel, Sand, Quarz, Feldſpath, Kreide, gebrannte Knochen und ſchwefelſaurer Baryt, ſowie mehrere auflösliche Salze, welche man bisweilen anwendet.

Andererſeits wiſſen wir bereits, daß die Töpfermaſſe ſchmelzbare und unſchmelzbare Stoffe enthalten kann. In dieſer Beziehung können nun ebenfalls die Urſtoffe klaſſifizirt werden, allein es leuchtet von ſelbſt ein, daß wenn dieſe Subſtanzen mit einander gemengt werden, ſie ſo gegen einander reagiren, daß einzelne, welche für ſich unſchmelzbar ſind, in Folge des Zuſammenſeyns mit andern ſchmelzbar werden. Dieſe Betrachtungen führen uns auf den allgemeinen Ausdruck, den wir bereits weiter oben (1473) mitgetheilt haben, und der uns allein derjenige zu ſeyn ſcheint, welcher in Beziehung auf Schmelzbarkeit oder Unſchmelzbarkeit der Elemente der Töpfermaſſe als allgemein gültig angenommen werden darf.

Wir haben unter den Urſtoffen, welche in der Töpferei angewendet werden, nur Naturprodukte aufgezählt. Man könnte zwar auch wirkliche Töpferwaaren mittelſt chemiſch reiner Kieſelerde und Thonerde, die als Hydrat aus ihren Verbindungen abgeſchieden worden ſind, darſtellen, wenn

man ſie in gehörigem Verhältniß mengte, allein dieſes Gemenge hätte einen ſo hohen Werth, daß man es nirgends anwenden könnte, abgeſehen davon, daß es auch nicht die plaſtiſchen Eigenſchaften in dem Grade wie die natürlichen Thone beſitzt, wovon die Urſachen uns noch ganz unbekannt ſind.

1476. Fabrikation. Die Fabrikation der Töpferwaaren beſteht aus mehreren Operationen, die faſt immer wieder kehren. Die natürlichen Thone können ſelten ſogleich ohne weitere Zubereitung verarbeitet werden. Nur zu den Ziegeln allein werden ungeſchlämmte Thone angewendet. Für alles übrige Töpfergut muß der Thon von den fremdartigen Körpern gereinigt werden, welche gewöhnlich in ihm vorkommen; zu dem Endzweck ſchlämmt man ihn um die gröbern Theile und vorzüglich die überſchüſſige Kieſelerde abzuſondern. Man bereitet ſodann die Maſſe durch zweckmäßige Miſchung verſchiedener Arten von Thon oder Cäment. Es wird dieſelbe dann eingeweicht, zerrieben und getreten oder geknetet, um ihr Gleichförmigkeit und Geſchmeidigkeit zu geben. Nach dieſer Vorbereitung formt man die Stücke dann auf geeignete Weiſe und brennt ſie endlich im Feuer.

Da die aus Thon geformten Gegenſtände beim Brennen ſchwinden und ihr Volumen vermindern, ohne viel am Gewichte zu verlieren, ſo werden ſie dadurch viel feſter und dichter; die Dichtigkeit der Töpferwaaren iſt überhaupt um ſo viel größer, als die Maſſe feiner und ſie ſtärker gebrannt worden iſt. Die fertigen Gegenſtände ſind auch viel härter und ſtärker, allein auch leichter zerbrechlich, wenn die Temperatur ſchnell wechſelt.

Hier unterſcheidet ſich nun die Töpferwaare und das Glas weſentlich von einander. Nehmen wir z. B. an, das Schwinden der Thonmaſſe gehe ſoweit, daß die Theilchen ſich einander ſo nähern, daß zuletzt der flüſſige Zuſtand eintritt, ſo würde man eine Maſſe mit völlig vereinter und undurchdringlicher Oberfläche erhalten und dieſe würde dann Glas heißen. Iſt dagegen der glaſige Zuſtand nur theilweiſe erzeugt worden und die verglaſten Theilchen ſind in einer Maſſe zerſtreut, welche aus noch iſolirten Theilen zuſammengeſetzt iſt, ſo wäre dieß eine Töpferwaare. Dann

würde aber die Oberfläche noch runzelig ſeyn und die Maſſe ſelbſt Flüſſigkeiten durchlaſſen können.

Bei Töpferwaaren iſt alſo die Maſſe nie ſo fein und hart, daß beim Gebrauche der Gefäße ſie nicht ſchmutzig würden durch den an ihrer Oberfläche ſich anhängenden Staub oder durch das Fett, das in die Poren dringt; dadurch aber eignen ſich dieſelben bald nicht mehr zum Gebrauch. Aus dieſem Grunde giebt man ihnen einen glaſigen Überzug oder eine Glaſur, um ſowohl die Eigenſchaften der Töpferwaaren, als auch die des Glaſes mit einander zu vereinigen.

Steinzeug oder doppelt gebrannte Waare (biscuit) iſt das Töpferzeug, welches keine Glaſur erhalten hat. Da es ſich von ſelbſt verſteht, daß man alles Geſchirr in dieſem Zuſtand laſſen kann, ſo werden wir dieſes in keine beſondere Abtheilung ſtellen.

1477. Glaſur. Die Glaſuren, womit man die Töpferwaaren überzieht, ſind Glasmaſſen, welche gewiſſe Eigenſchaften in ſich vereinigen müſſen, deren Nothwendigkeit von ſelbſt einleuchtet. Iſt die Maſſe, woraus das Geſchirr bereitet wird, ſelbſt ſchmelzbar, ſo muß die Glaſur noch leichter ſchmelzbar ſeyn als jene. Die Glaſur muß überhaupt aber um ſo leichtflüſſiger ſeyn, als die Temperatur, bei welcher man ſie appliziren will, niedrig iſt. Will man ſich alſo zu Glaſuren ähnlicher Miſchungen bedienen, wie beim Glaſe beſchrieben worden ſind, ſo iſt zu bemerken, daß das Bouteillenglas am ſchwerſten und der Straß dagegen am leichteſten ſchmelzbar iſt. Alles Geſchirre, welches bei einer ziemlich niedrigen Temperatur gebrannt wird, muß deshalb mit bleihaltigen Glaſuren verſehen werden. Die Zuſammenſetzung der Glaſuren kann alſo ſehr verſchieden ſeyn und muß ſich ſtets nach der Beſchaffenheit des Geſchirres und den Hitzgraden richten, bei welchen daſſelbe gebrannt wird. Da ſich dieſelbe gleichmäßig verbreiten muß und nicht von den Gefäßen ſich abſchiefern darf, ſo muß ſie beim Brennen vollkommen flüſſig werden. Um ihr aber dieſe Eigenſchaft auch bei ſchwächerem Feuer zu ertheilen, fügt man oft Bleioxyd im Überſchuß hinzu und dadurch wird ſie dann fähig, ſich leicht zu verän-

man ſie in gehörigem Verhältniß mengte, allein dieſes Gemenge hätte einen ſo hohen Werth, daß man es nirgends anwenden könnte, abgeſehen davon, daß es auch nicht die plaſtiſchen Eigenſchaften in dem Grade wie die natürlichen Thone beſitzt, wovon die Urſachen uns noch ganz unbekannt ſind.

1476. Fabrikation. Die Fabrikation der Töpferwaaren beſteht aus mehreren Operationen, die faſt immer wieder kehren. Die natürlichen Thone können ſelten ſogleich ohne weitere Zubereitung verarbeitet werden. Nur zu den Ziegeln allein werden ungeſchlämmte Thone angewendet. Für alles übrige Töpfergut muß der Thon von den fremdartigen Körpern gereinigt werden, welche gewöhnlich in ihm vorkommen; zu dem Endzweck ſchlämmt man ihn um die gröbern Theile und vorzüglich die überſchüſſige Kieſelerde abzuſondern. Man bereitet ſodann die Maſſe durch zweckmäßige Miſchung verſchiedener Arten von Thon oder Cäment. Es wird dieſelbe dann eingeweicht, zerrieben und getreten oder geknetet, um ihr Gleichförmigkeit und Geſchmeidigkeit zu geben. Nach dieſer Vorbereitung formt man die Stücke dann auf geeignete Weiſe und brennt ſie endlich im Feuer.

Da die aus Thon geformten Gegenſtände beim Brennen ſchwinden und ihr Volumen vermindern, ohne viel am Gewichte zu verlieren, ſo werden ſie dadurch viel feſter und dichter; die Dichtigkeit der Töpferwaaren iſt überhaupt um ſo viel größer, als die Maſſe feiner und ſie ſtärker gebrannt worden iſt. Die fertigen Gegenſtände ſind auch viel härter und ſtärker, allein auch leichter zerbrechlich, wenn die Temperatur ſchnell wechſelt.

Hier unterſcheidet ſich nun die Töpferwaare und das Glas weſentlich von einander. Nehmen wir z. B. an, das Schwinden der Thonmaſſe gehe ſoweit, daß die Theilchen ſich einander ſo nähern, daß zuletzt der flüſſige Zuſtand eintritt, ſo würde man eine Maſſe mit völlig vereinter und undurchdringlicher Oberfläche erhalten und dieſe würde dann Glas heißen. Iſt dagegen der glaſige Zuſtand nur theilweiſe erzeugt worden und die verglaſten Theilchen ſind in einer Maſſe zerſtreut, welche aus noch iſolirten Theilen zuſammengeſetzt iſt, ſo wäre dieß eine Töpferwaare. Dann

würde aber die Oberfläche noch runzelig ſeyn und die Maſſe ſelbſt Flüſſigkeiten durchlaſſen können.

Bei Töpferwaaren iſt alſo die Maſſe nie ſo fein und hart, daß beim Gebrauche der Gefäße ſie nicht ſchmutzig würden durch den an ihrer Oberfläche ſich anhängenden Staub oder durch das Fett, das in die Poren dringt; dadurch aber eignen ſich dieſelben bald nicht mehr zum Gebrauch. Aus dieſem Grunde giebt man ihnen einen glaſigen Überzug oder eine Glaſur, um ſowohl die Eigenſchaften der Töpferwaaren, als auch die des Glaſes mit einander zu vereinigen.

Steinzeug oder doppelt gebrannte Waare (biscuit) iſt das Töpferzeug, welches keine Glaſur erhalten hat. Da es ſich von ſelbſt verſteht, daß man alles Geſchirr in dieſem Zuſtand laſſen kann, ſo werden wir dieſes in keine beſondere Abtheilung ſtellen.

1477. Glaſur. Die Glaſuren, womit man die Töpferwaaren überzieht, ſind Glasmaſſen, welche gewiſſe Eigenſchaften in ſich vereinigen müſſen, deren Nothwendigkeit von ſelbſt einleuchtet. Iſt die Maſſe, woraus das Geſchirr bereitet wird, ſelbſt ſchmelzbar, ſo muß die Glaſur noch leichter ſchmelzbar ſeyn als jene. Die Glaſur muß überhaupt aber um ſo leichtflüſſiger ſeyn, als die Temperatur, bei welcher man ſie appliziren will, niedrig iſt. Will man ſich alſo zu Glaſuren ähnlicher Miſchungen bedienen, wie beim Glaſe beſchrieben worden ſind, ſo iſt zu bemerken, daß das Bouteillenglas am ſchwerſten und der Straß dagegen am leichteſten ſchmelzbar iſt. Alles Geſchirre, welches bei einer ziemlich niedrigen Temperatur gebrannt wird, muß deshalb mit bleihaltigen Glaſuren verſehen werden. Die Zuſammenſetzung der Glaſuren kann alſo ſehr verſchieden ſeyn und muß ſich ſtets nach der Beſchaffenheit des Geſchirres und den Hitzgraden richten, bei welchen daſſelbe gebrannt wird. Da ſich dieſelbe gleichmäßig verbreiten muß und nicht von den Gefäßen ſich abſchiefern darf, ſo muß ſie beim Brennen vollkommen flüſſig werden. Um ihr aber dieſe Eigenſchaft auch bei ſchwächerem Feuer zu ertheilen, fügt man oft Bleioxyd im Überſchuß hinzu und dadurch wird ſie dann fähig, ſich leicht zu verän-

dern und kann zuweilen der Geſundheit nachtheilig werden, wenn ſie durch Reiben oder Säuren abgelöſt wird.

Dieſe Glaſuren ſind durchſcheinend oder undurchſichtig, braun, grün oder ganz ungefärbt, je nach der Beſchaffenheit der Maſſe, auf der man ſie applizirt, oder nach der Beſtimmung, welche die damit überzogenen Gefäße haben.

Bei Bereitung der Glaſuren ſind mehrere Bedingungen zu berückſichtigen, die aber nur ſelten alle zugleich erfüllt werden können, nämlich: Wohlfeilheit, Schönheit, Haltbarkeit, Unſchädlichkeit und vollkommne Schmelzbarkeit bei derjenigen Temperatur, welche zum Brennen des damit zu überziehenden Geſchirrs erforderlich iſt.

1478. Bisher haben wir hauptſächlich die Bedingungen betrachtet, welche bei den Glaſuren vorzüglich in Beziehung auf ihre Applikation zu berückſichtigen ſind; wir wollen nun auch Einiges hinſichtlich ihrer Haltbarkeit bemerken. Ohne Zweifel iſt die Härte der Glaſur eine der wichtigſten Eigenſchaften und wir wiſſen bereits, daß zu große Leichtflüſſigkeit ein Zeichen von geringer Härte iſt; in dieſem Falle aber kann dieſelbe das wiederhohlte Reiben mit Eiſen, Stahl, und ſelbſt mit der doppelt gebrannten Maſſe, worauf ſie applizirt iſt, durchaus nicht aushalten, ohne zerſtört zu werden. Eine andere für die Haltbarkeit unerläßliche Bedindingung iſt das richtige Verhältniß, welches zwiſchen der Ausdehnung der Glaſur und der Maſſe Statt finden muß. Es iſt klar, daß wenn dieſe Ausdehnung ungleich iſt, beide Stoffe in eine Spannung verſetzt werden, entweder während der Abkühlung nach dem Brennen, oder durch den Temperaturwechſel, welchen der Gebrauch der Gefäße oft mit ſich bringt. Von beiden übereinander liegenden Schichten muß offenbar die eine, wenn die von der andern ausgeübte Spannung ſtark genug iſt, berſten. Da aber gewöhnlich die Glaſurdecke viel dünner iſt als die Maſſe, worauf ſie angebracht wird, ſo ſpringt oder reißt ſie gewöhnlich und dann iſt die Geſchirrmaſſe nicht mehr gegen das Eindringen der Flüſſigkeiten geſchützt. Da man der Glaſurdecke nicht nach Belieben regelmäßige Riſſe geben kann, ſo wird ſogar dieſe Beſchaffenheit eine geſuchte Qualität. Zuweilen erhalten wir

nämlich unter dem aus China kommenden Porzellan eine Sorte, welche man **gefleckt** (truité) nennt, und die Spalten in regelmäßiger Entfernung von einander zeigt. Dieſe Sorte wird theurer als das gewöhnliche bezahlt.

1479. Die Glaſur wird gewöhnlich durch Eintauchen applizirt. Die Glaſurmaſſe wird nämlich zuerſt fein pulveriſirt und mit Waſſer angerührt, wodurch ſie eine dünne Breikonſiſtenz erhält. Die Gefäße werden ſodann, nachdem ſie durch halbes Brennen (Verglühen) mehr Abſorptionsfähigkeit erlangt haben, eingetaucht; das Waſſer dringt dann in die Maſſe ein, und die pulverförmige Glaſur bildet eine gleichförmig dicke Schicht auf der Geſchirroberfläche. Wird die Töpferwaare ſehr ſtark doppelt gebrannt, ſo bringt man die Glaſur durch Begießen mit einem dicken Glaſurbrei darauf. Diejenigen Stellen aber, welche man aus Mangel an Glaſur noch überfahren muß, werden mittelſt Auftragen durch einen Pinſel damit verſehen.

Das bis jetzt angegebene Verfahren ſetzt voraus, daß eine vorher ſchon zubereitete Glaſurmaſſe auf dem zu glaſirenden Geſchirr applizirt wird. Allein bisweilen tritt auch der Fall ein, daß man die Glaſur auf Koſten der Maſſe ſelbſt bildet, indem man ihr Kieſelerde und Thonerde entzieht, um eine Art Bouteillenglas zu erzeugen. Dann braucht man nur dieſen Stoffen etwas Kali oder Natron zuzufügen, um eine Glasmaſſe herzuſtellen. Es läßt ſich dieſes leicht bewerkſtelligen, wenn man gegen das Ende des Brennens alle im Ofen befindlichen Stücke mit einer Kochſalzatmosphäre umgiebt. Es vereinigen ſich hier dann alle Umſtände zur Bildung eines Natron- und Thonerdeſilikates, weil einerſeits Kieſelerde und Thonerde in der Maſſe iſt und Kochſalz und Waſſerdämpfe (letztere als Verbrennungsprodukt) hinzukommen. Auf dieſe Weiſe wird das Steinzeug glaſirt.

Die Art wie die Glaſur aufgetragen wird, die Temperatur, die man beim Einbrennen anwendet, die Natur der Maſſe und der Glaſur ſelbſt ſind ſämmtlich Urſachen, welche zu zwei ſehr verſchiedenen Reſultaten führen können. Bald vereinigt ſich die Glaſur innig mit der Maſſe, bald aber auch bildet ſie nur eine leichte Decke, welche nicht in die

Maſſe, die ſie bedeckt, eingedrungen iſt. Das Porzellan und Steinzeug gehört zur erſtern Klaſſe, dagegen das Fayence und das engliſche Steingut zur zweiten. Dieſer Unterſchied ſichert der erſtern Töpferwaare eine Feſtigkeit und Dauer zu, welche der zweiten durchaus in dieſem Grade nicht eigen iſt, und worauf unſeres Erachtens alle Fabrikanten, welchen an der Vervollkommnung ihrer Produkte etwas gelegen iſt, ihr Hauptaugenmerk zu richten haben.

Nachdem wir die Hauptpunkte in Beziehung auf die Fabrikation der Töpferwaare aufgezählt haben, wollen wir nun die Zuſammenſetzung der Maſſe, das Formen und Brennen derſelben, ihr Schwinden im Feuer, die Bereitung der Glaſur, das Auftragen und Einbrennen derſelben und die Unfälle, welche zuweilen im Lauf der Arbeit ſich ereignen können, ſpeziell betrachten.

Zuſammenſetzung der Maſſe. (Pâte.)

1480. Wir haben bereits gemeldet, daß die Töpfermaſſe zuweilen nur aus verſchiedenen Thonſorten gemiſcht wird. Faſt immer wird irgend ein Thon oder Mergel als Grundlage für die Maſſe genommen und ertheilt dieſer dann die plaſtiſchen Eigenſchaften, welche zum Behufe des ſchnellen und regelmäßigen Formens der Stücke unumgänglich nothwendig ſind. Bisweilen aber fügt man, anſtatt ſich auf bloſes Miſchen des Thons oder Mergels in verſchiedenen Proportionen zu beſchränken, der Thonmaſſe auch andere, aller plaſtiſchen Eigenſchaften ermangelnden Stoffe hinzu, welche die Natur des gebrannten Thons verändern und unter Mitwirkung der Wärme verſchiedene Verbindungen bilden. Dieſe Stoffe werden dann in mehr oder minder fein gepulvertem Zuſtand zugeſetzt.

Die von der Natur dargebotenen Thonarten erfordern gewöhnlich mehr Zubereitung; ſie enthalten faſt ohne Ausnahme Quarzſand von verſchieden großem Korn und andere fremdartige Theile, welche man vorher abſondern muß, wenn man feine Töpferwaaren daraus bereiten will. Seit undenklichen Zeiten erreicht man dieſen Zweck durch Treten des feuchten Thons mit den Füßen. Die Ähnlichkeit dieſer Ar-

beit mit dem Brodkneten deutet darauf hin, daß man auch den Thon weit wohlfeiler und ſehr regelmäßig durch mechaniſche Vorrichtungen gerade ſo wird bearbeiten können, wie dieſes in der letzten Zeit bei der Brodbereitung eingeführt worden iſt. Auf dieſe Weiſe wird auch wirklich ſeit geraumer Zeit in England die Töpfermaſſe bearbeitet.

Wenn der Thon geknetet oder getreten werden ſoll, legt man ihn auf einen feſten, geſteinten Boden, gießt etwas Waſſer darauf und der Arbeiter tritt dann mit bloßen Füßen auf der Maſſe herum, indem er von dem Mittelpunkte nach der Peripherie des Haufens oder umgekehrt eine Spirale beſchreibt. Sobald die Maſſe gehörig durchgearbeitet iſt, wirft man ſie auf einen Haufen zuſammen und behandelt ſie folgendermaſſen.

In England wendet man zur feinen Zertheilung des Thons einen Zylinder aus Gußeiſen an, in welchem eine eiſerne Welle in der Richtung der Achſe eingeſetzt iſt. Dieſe Welle iſt mit eiſernen Meſſern in der Richtung einer Spirallinie verſehen und wird nun, nachdem der Thon in den Zylinder gegeben worden, in Bewegung geſetzt, wodurch die Maſſe zerſchnitten und unten aus einer Seitenöffnung herausgedrückt wird. Wiederholt man dieſe Operation mehreremal, ſo wird daſſelbe Reſultat wie durch das Treten erzielt.

1481. Dieſe Vorbereitung iſt bei allen Töpferwaaren erforderlich; für die Ziegel reicht ſie allein ſchon hin, für das feinere Töpferzeug aber iſt eine vorläufige Reinigung nöthig. Dieſe beſteht im Schlämmen des Thons, wodurch die gröbern Theile, z. B. der damit gemengte Granit und Sand, geſondert werden. Die Quarzkörner, welche viel gröber als die feinen Thontheilchen ſind, ſetzen ſich ſchneller zu Boden. Rührt man rohen Thon mit Waſſer an, läßt die Flüſſigkeit einige Augenblicke ruhig ſtehen und gießt ſie dann ab, ſo fließt der noch aufgeſchlämmte Thon mit dem Waſſer weg, während der Sand auf dem Boden bleibt. Ein ähnliches Reſultat erhält man durch Sieben der Flüſſigkeit, indem der feinere Thon durch das Sieb geht und der Sand zurückgehalten wird. Man begreift leicht, daß durch wiederhohltes, längeres Dekantiren oder durch

Anwendung immer feinerer Siebe der Thon nach und nach ganz gereinigt werden kann.

Will man ſehr feinen, weißen Thon zubereiten, ſo vereinigt man das Sieben und Schlämmen mit einander. Der Thon wird in Backſteinformen aus der Erde geſtochen und getrocknet; hierauf zerkleinert man ihn und ſcheidet die darin befindlichen Kieſelſteine und gefärbten Thonſtückchen ſorgfältig aus. Der ausgeſuchte Thon wird dann in einen groſſen Kaſten oder eine Tonne gebracht. Eine ſenkrecht eingeſetzte Welle, welche mit hölzernen Armen verſehen iſt, zerrührt den Thon, dem man ſoviel Waſſer zufügt, daß es einen ganz dünnen Brei giebt. Unterhalb des Rührkaſtens iſt ein Reſervoir angebracht, in welches der aufgeſchlämmte Thon hineinfließt, nachdem er vorher durch ein Sieb paſſirt iſt, welches die gröbern Theile zurückhält, die beim Ausſuchen überſehen worden ſind. Das Reſervoir hat 5 Centimeter vom Boden aufwärts eine Öffnung, durch welche der aufgeſchlämmte Thon ganz langſam abfließt, während der ſchwerere, ſich ſogleich niederſenkende Sand auf dem Boden liegen bleibt.

Das thonhaltige Waſſer läuft nun in ein zweites Reſervoir, welches wieder tiefer als das erſte ſteht, indem es abermals durch ein und zwar feineres Sieb fließt als das erſte war. Im zweiten Behälter bleibt er nun einige Zeit ſtehen, um die letzten Sandtheilchen abzuſetzen. Das Waſſer, welches jetzt nur den reinſten Thon noch enthält, läuft durch ein feinſtes Sieb in ein drittes und letztes Reſervoir ab.

1482. Zum Mahlen der harten Stoffe, welche zur Maſſe kommen, bedient man ſich ſehr einfacher Mühlen. Eine längſt gebräuchliche Vorrichtung der Art beſteht aus einem ſtarken hölzernen Trog, in welchem ſich ein Bodenſtein befindet; auf dieſem dreht ſich ein kreisrunder oder auch ovaler Läufer, welcher innen mit Furchen verſehen iſt. Man giebt die ſchon gepochten Körper in den Trog mit etwas Waſſer, und mahlt dann die Maſſe bis ſie die erforderliche Feinheit erlangt hat.

Statt dieſer ältern Mühlen wendet man gegenwärtig andere an, welche auch aus einem hölzernen Troge beſtehen,

auf deſſen Boden ein Mühlſtein befeſtigt iſt; ſtatt des gewöhnlichen Läufers aber ſind freie, harte und ſchwere Läufer vertikal angebracht, welche durch Arme in Bewegung geſetzt werden, die an einer Welle befeſtigt ſind. Die fein zu mahlenden Stoffe werden zuvor gepocht, dann in den Trog mit dem nöthigen Waſſer gebracht und die Operation ſo lange fortgeſetzt, bis die Körper fein genug ſind.

Hat man verſchiedene Thonſorten zur Herſtellung der Maſſe zu mengen, ſo wendet man einen dem Rührkaſten ähnlichen Apparat an, nur mit dem Unterſchiede, daß die in der Achſe angebrachten Arme ſich in horizontal ſtehende Meſſer endigen, deren Zahl nach den Dimenſionen der Tonne verſchieden ſind.

Für die ganz feine Töpferwaare würde die ſo zubereitete Maſſe noch nicht hinreichend bearbeitet ſeyn; man nimmt nun noch eine beſondere Operation damit vor, welche darin beſteht, daß man die in viereckige Stücke geformte Maſſe mit Kupferdraht in dünne Scheiben ſchneidet. Man legt hierauf dieſe Blätter wieder auf einander und ſchlägt ſie tüchtig mit einer Keule. Auf dieſe Weiſe wird die Maſſe gleichförmiger und alle Luftblaſen, welche noch darin ſeyn können, werden ausgetrieben.

Bei Darſtellung der harten Porzellanmaſſe wendet man noch ein beſonderes Mittel an, um das Gemenge recht innig zu machen. Sobald die Maſſe zubereitet iſt, formt man dicke und koniſche Gefäße daraus, welche man an der Luft trocknen läßt. Sind dieſe trocken, ſo ſetzt man ſie auf die Drehſcheibe und verwandelt ſie mittelſt eines eiſernen Werkzeuges in dünne Späne. Dieſe werden neuerdings angefeuchtet und wiederum getreten oder mit Drath geſchnitten. Man erhält ſo eine bei Weitem beſſere und inniger gemengte Maſſe.

Vom Formen.

1483. Das Formen der Töpfermaſſe geſchieht auf verſchiedene Weiſe. Bald formt man die ganz weiche Maſſe, indem ſie auf die Drehſcheibe gebracht und vom Arbeiter beliebig geſtaltet wird, oder man drückt ſie in Formen von

Gyps oder poröſer unvollkommen gebrannter Erde; bald bearbeitet man die an der Luft etwas feſt gewordene Maſſe gerade ſo wie man die Metalle formt mittelſt der Drehrolle oder der Guillochirmaſchiene; bald formt man aber auch die halbflüſſige Maſſe, indem man ſie in Gypsformen gießt.

Die Wahl dieſer Methoden wird durch die Form der Stücke ſelbſt beſtimmt, die in vier Abtheilungen gebracht werden können, nämlich: 1.) die runden oder ovalen flachen Gegenſtände wie z. B. Teller, Schüſſeln ꝛc. 2.) die runden und hohlen Stücke, als Taſſen, Zuckerdoſen, Theekannen, Salatſchüſſeln, Näpfe ꝛc. 3.) die Stücke von verſchiedener nicht runder Form, wie Salatſchalen, Suppennäpfe ꝛc. 4.) garnirte Stücke mit Schnaupen, Henkeln und andern Verzierungen.

Die Formmethode für jede dieſer Klaſſen iſt immer die nämliche, ſo verſchieden auch die Stücke ſelbſt ſeyn mögen.

Sollen Teller oder andere flache Geſchirre dieſer Art geformt werden, ſo nimmt der Arbeiter einen hinlänglich großen Klumpen, legt ihn auf eine Tafel von Gyps oder Stein und ſchlägt ihn platt, indem er eine dünne Platte daraus bildet. Er nimmt nun eine Gypsform, welche zur Bildung der innern Tellerſeite beſtimmt iſt und ſtellt ſie auf die Drehſcheibe. Dieſe Drehſcheibe iſt eine runde, horizontal geſtellte Gypsmaſſe, die auf einer ſenkrechten eiſernen Achſe befeſtigt iſt; der Arbeiter ſetzt ſie in rotirende Bewegung, die dann wegen ihrer Schwere lange anhält. Er legt nun die Maſſenplatte auf die Gypsform und drückt ſie ringsum feſt an, indem er den untern Theil des Tellers mit einer glatten Eiſenplatte und nachher den Rand mit einem dazu beſtimmten Fayenceinſtrument feſtpreßt, welches genau die Umriſſe des Tellerrandes beſitzt; er ſchneidet die über den Rand hervorragende Maſſe mit einem geſpannten Eiſendraht ab. Dieſe Operationen werden mit großer Schnelligkeit verrichtet. Man läßt nun die geformten Teller etwas konſiſtent werden, ehe man ſie von der Form abnimmt bringt ſie noch einmal auf die Drehſcheibe und ebnet ſie auf der Unterſeite möglichſt vollkommen; hierauf nimmt ſie der Arbeiter von der Form ab und polirt ſie innen mit einem Stück Horn.

1484. Die hohlen runden Stücke werden auf andere Weiſe gefertigt. Die Drehſcheibe des Arbeiters beſteht aus einem Kranz von Gyps, der wie im vorhergehenden Fall am Ende der Achſe befeſtigt iſt; unten an der Achſe iſt eine hölzerne ziemlich dicke Scheibe angebracht. Der Arbeiter, der der Scheibe gegenüber ſitzt, bringt mit dem rechten Fuß dieſe Scheibe in ſtark rotirende Bewegung.

Hierauf bringt er einen Klumpen der Maſſe auf den Kranz und giebt ihm mit den Händen ungefähr die Form, welche er bekommen ſoll, und macht dann das Gefäß innen mit einem hölzernen Inſtrumente fertig. Außen iſt es nun noch unförmlich und beträchtlich dick. In dieſem Zuſtande läßt es der Arbeiter noch feſter werden, ehe er es ganz vollendet und bereitet während dieſer Zeit andere Stücke auf gleiche Weiſe vor.

Sobald das Gefäß die nöthige Konſiſtenz erhalten hat, wird es wieder auf die Drehſcheibe gebracht und auf der Außenſeite vollendet; zu dem Endzweck ſetzt der Arbeiter eine ſolide Erdmaſſe eine Art Drehdocke, welche ungefähr die Form des zu bildenden Gefäßes hat, auf den Kranz. Er bringt nun das Gefäß umgeſtürzt auf die Drehdocke, welche deſſen hohlen Raum ausfüllt und ſchneidet mit einem ſcharfen Eiſen die überflüſſige Thonmaſſe ab, um die ihm erforderliche Dicke zu geben; indem man es nun außen mit den nöthigen Verzierungen verſieht, wird es fertig gemacht. Bisweilen iſt die Achſe der Drehſcheibe horizontal ſtatt ſenkrecht geſtellt und der Kranz ſteht dann vertikal; ein Kind ſetzt die Scheibe mittelſt eines Rades und Fußtrittes in Bewegung. Dieſes Inſtrument heißt die engliſche Drehſcheibe; man behauptet, dieſelbe fördere mehr als die horizontale.

1485. Ganz offen durchbrochene Stücke wie z. B. Körbchen werden wie die Teller geformt, allein ſie kommen noch voll aus der Form; die Stäbchen und das Gitterwerk iſt bloß durch Linien angedeutet, in deren Richtung man die Stelle nachher mit der Hand ausſchneidet, welche durchbrochen erſcheinen ſollen. Die garnirten Stücke mit Henkeln, Schnaupen ꝛc., welche ſich über die gedrehte Maſſe erheben, werden in hohlen Gypsformen, welche aus zwei oder mehreren Thei-

len zuſammengeſetzt ſind, geformt. Sie werden, nachdem nachdem ſie aus der Form herausgenommen worden ſind, ſorgfältig wieder reparirt und an das Hauptſtück geklebt, indem man ſie noch friſch mit dünner Maſſe beſtreicht.

Die einfachen oder einfach cannellirten Henkel vieler ordinären Geſchirre werden noch auf ſchnellere und wohlfeilere Weiſe gemacht. Man preßt nämlich die Maſſe durch eine verſchiedenartig ausgeſchnittene Öffnung, aus welcher ſie in Form von Schnüren oder Riemen herauskommt. Der Riemen wird dann in Stücken von erforderlicher Länge zerſchnitten, und jedes Stück wird in Form eines Henkels über eine Gypsform gebogen, damit es ſtets dieſelbe Krümmung erhält.

Die Auskehlungen und Guillochirungen der meiſten gedrehten Stücke werden nicht in der Gypsform erzeugt, ſondern mit der Guillochirmaſchiene. Die kleinen Verzierungen, welche ſo fein ſind, daß ſie Gravirungen gleichen, werden mit großer Schnelligkeit wirklich mittelſt kupferner Rädchen eingravirt, die auf ihrer Peripherie verſchiedene Zeichnungen haben.

Seit mehreren Jahren bedient man ſich eines Verfahrens, welches in Sèvres ſehr vervollkommnet worden iſt. Es beſteht darin, mancherlei Gegenſtände mittelſt der Abſorptionsfähigkeit des Gypſes zu formen. Um z. B. Röhren darzuſtellen, macht man eine aus zwei Theilen zuſammengeſetzte Gypsröhre, deren Wände ſehr dick ſind und deren innerer Durchmeſſer gleich dem äußern Durchmeſſer der zu formenden Porzellanröhre iſt, das Schwinden mit eingerechnet. Man vereinigt die beiden Theile der Form und ſtellt ſie ſenkrecht; der untere Theil der Röhrenform wird nun verkorkt und die breiförmige Maſſe oben hineingegoſſen, bis die Röhre gefüllt iſt. Nach wenigen Augenblicken öffnet man nun dieſelbe unten und läßt den noch flüſſigen Antheil der Maſſe herauslaufen. Vermöge der Abſorptionsfähigkeit des Gypſes wurde ein Theil Waſſer eingeſogen und indem dieſes in den Gyps drang, ſetzte ſich rings an die Wände der Gypsform eine mehr oder minder dicke Schicht von der Maſſe an, die bereits eine Röhre bildet. Wiederhohlt man

dieſe Operation, ſobald die erſte Schicht trocken iſt, ſo kann man die Dicke der Röhre beliebig vermehren. Am Ende läßt man die Röhre ſo lange in der Form trocknen, bis ſie ſo feſt geworden, daß ſie ohne zu zerbrechen herausgenommen werden kann. Man kann auf dieſe Weiſe Platten, mit erhobener oder vertiefter Arbeit verzierte Gegenſtände und ſelbſt Retorten ꝛc. formen.

Zu Schmelztiegeln wendet man Meſſigformen an; es iſt dieſes der einzige Fall, in welchem man nicht abſorbirende Formen gebraucht. In allen andern Fällen ſind Formen von feinem Gyps üblich, von welchen große Vorräthe vorhanden ſeyn müſſen, damit ein Theil davon immer trocken und zum Gebrauche fertig iſt. Auch hat man Formen von gebranntem Thon, die noch porös ſind, damit ſie abſorbirende Eigenſchaften beſitzen, worauf ihre Anwendung allein beruht.

Vom Brennen.

1486. Sind die Thongeſchirre auf die im Vorhergehenden nur im Allgemeinen angedeutete Weiſe geformt worden, ſo müſſen ſie, ehe ſie in das Feuer kommen, an der Luft getrocknet werden. Vernachläßigte man dieſe Vorſichtsmaaßregel, ſo würden die meiſten Sachen verderben. Selbſt nach dieſem vorläufigen Trocknen müſſen ſie anfangs ganz vorſichtig allmählig im Feuer erhitzt werden, damit das Waſſer ſich daraus nicht zu ſchnell verflüchtige; ſobald das Stück einmal trocken iſt, hat man weniger Unfälle zu befürchten, und dann darf man es ſchneller erhitzen. Immer muß man jedoch das Feuer nur allmählig verſtärken, weil die Thonmaſſe ein ſchlechter Wärmeleiter iſt.

Die Temperatur, bei welcher man die Töpferwaaren brennt, variirt ſehr. Zuweilen wird ſie bis zum Schmelzpunkt des Eiſens geſteigert; dieß iſt bei dem harten Porzellan der Fall, welches bei 140° Wedgwood gebrannt wird. In dieſem Falle iſt die erzeugte Waare dicht, hart und feſt, allein ſie iſt auch beträchtlich theurer und kann nicht dem ſchnellen Temperaturwechſel wiederſtehen, indem ſie mehr die Natur des Glaſes angenommen hat.

Zuweilen erhitzt man dagegen die Töpferwaaren nur äußerſt wenig und dieſes findet z. B. Statt bei gewiſſen Schmelztiegeln, bei Backſteinen, Ziegeln und anderer rother Waare; man erhält hierdurch wohlfeile Produkte, die dem Wechſel der Temperatur ſehr gut widerſtehen können, allein ſie ſind porös, abſorbiren leicht das Waſſer, ſchmutzen, ſind weich und werden durch Säuern und andere kräftig chemiſch wirkende Stoffe angegriffen.

Die Hauptbedingungen, welche bei dem Brennen der Töpferwaare zu berückſichtigen ſind, beziehen ſich auf den Bau und die innere Konſtruktion der Öfen; beide Bedingungen aber knüpfen ſich wieder an rein ökonomiſche Fragen, wodurch die Anwendung der einzelnen Methoden für jeden beſondern Fall beſtimmt wird.

1487. Ordinäre Töpferwaare kann man der Flamme direkte ausſetzen; dieß findet zum Theil bei dem gewöhnlichen Fayence Statt, noch mehr aber bei den Ziegeln, Backſteinen, Söllerſteinen, Schmelztiegeln ꝛc. Da aber die Aſche faſt aller Brennmaterialen Stoffe enthalten, welche auf die Thonwaare einwirken und der Luftzug dieſelbe nach allen Punkten des Ofens hinführt, und da außerdem die ſtark gebrannte Waare leicht zerſpringt, wenn ſie nicht gegen den ſtarken Luftzug, während der Ofen abkühlt, geſchützt wird, ſo muß man beim Brennen der feinen Waare anders verfahren. Man brennt ſie nämlich in Kapſeln, die aus einem mehr oder minder unſchmelzbaren Thon bereitet werden, je nachdem es der Feuersgrad, den ſie aushalten müſſen, erfordert. Auf dieſe Weiſe wird das feine Fayence und Porzellan gebrannt.

Es läßt ſich aus dieſen Betrachtungen auch die verſchiedene Form der Öfen erklären. Fabrizirt man feines Geſchirr, ſo konſtruirt man dieſelben ſo, daß während des Brennens kein Rauch entſteht. Es müſſen alſo die Feuerheerde den Rauch vollkommen verzehren, und deshalb läßt man die Flamme anfangs abwärts ſtreichen. Der Ofen hat dann die Form eines Thurmes mit einem oder mehreren Stockwerken, an deſſen Seite vier, ſechs oder acht Schürlöcher mit abwärts ſtreichender Flamme angebracht ſind, die entwe-

der mit Holz oder mit Steinkohlen geſpeiſt werden, je nach der Beſchaffenheit des zu fabrizirenden Porzellans oder nach den obwaltenden Lokalverhältniſſen.

Ginori veränderte dieſe Öfen, welche Wedgwood erfand, auf eine ſinnreiche Weiſe; er brachte mehrere Stockwerke in denſelben an; jedes Stockwerk wurde mit beſondern Schürlöchern verſehen, ſo daß wenn die Waare im unterſten Stocke gar gebrannt iſt, man das Feuer deſſelben ausgehen läßt und nun im zweiten anſchürt; iſt auch dieſer fertig gebrannt, ſo wiederhohlt man dieſelbe Operation beim dritten Stockwerk. Es iſt einleuchtend, daß man durch dieſe Einrichtung ſehr viel Brennmaterial erſpart. Auch kann man in einem ſolchen Ofen durch ein einziges Feuer Töpferwaare brennen, welche ſehr verſchiedene immer ſchwächere Hitzgrade braucht. Brennt man z. B. Porzellan im untern Stockwerk, ſo kann man zugleich Fayence im zweiten Stockwerk und Ziegel nebſt Söllerſteinen im dritten Stockwerk brennen mit einem Aufwand an Brennſtoff, der kaum größer iſt als der, welcher das Garbrennen des Porzellans allein erfordert haben würde.

Kann man ſich mit einem minder reinen Feuer begnügen, als zum Brennen der feinen Waare erforderlich iſt, ſo wendet man den ältern Töpferofen an, deſſen Form einem Reverberirofen gleicht. Der Ofenraum hat in demſelben eine horizontale Lage und die Flamme ſchlägt nicht unterwärts, wie dieß bei den Porzellanöfen der Fall iſt. Das gemeine Steingut, Fayence, die Söllerſteine, Ziegel ꝛc. werden auf dieſe Weiſe gebrannt.

Für Backſteine gebraucht man ſehr oft gar keinen Ofen, oder konſtruirt denſelben nur mit ungebrannten Steinen; es iſt dieß in ſo ferne vortheilhaft, weil dadurch die Transportkoſten dieſer Waaren bedeutend vermindert werden. Man wendet hier denſelben Grundſatz an, welcher bei der Holzverkohlung in Meilern und beim Kalkbrennen ohne Öfen gilt und auch bei vielen Gelegenheiten jeder andern Methode vorzuziehen iſt.

1488. Betrachtet man die Töpferwaare im noch unglaſirten Zuſtand, ſo ſind die Unfälle, welcher ſie ausgeſetzt iſt, weder zahlreich noch mannigfaltig; ſie hängen faſt alle

von der Eigenſchaft des Thons, ſich in der Hitze zuſammenzuziehen, ab. Dieſe Eigenſchaft findet man in noch höherm Grade im Magneſit. Alle Subſtanzen alſo, welche die Grundlage zur Töpferwaare bilden, ziehen ſich zuſammen, jedoch die Töpfermaſſe ſelbſt immer weniger als der Thon oder der Magneſit für ſich allein. Es wird dieß durch den magern Körper erzeugt, welchen man immer der Maſſe zuſetzt, und der ſich weit weniger oder zuweilen gar nicht im Feuer zuſammenzieht, bisweilen aber auch dieſe Schwindung ſchon im Voraus erlitten hat.

Das Schwinden der Maſſe iſt immer noch ſehr beträchtlich und die lineare Zuſammenziehung variirt zwiſchen $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{5}$; iſt die Maſſe gehörig zubereitet, ſo ſchwindet ſie auch äußerſt regelmäßig. Man kann dieß leicht zeigen, wenn man auf eine noch ungebrannte Platte einen Kreis zeichnet; iſt dieſer nach dem Brennen regelmäßig geblieben, ſo hat eine gleichmäßige Schwindung Statt gefunden; da aber die Maſſe zuſammendrückbar iſt, ſo iſt zugleich einleuchtend, daß dieſe Regelmäßigkeit ſich nur dann zeigt, wenn dieſelbe vor dem Brennen auf allen Punkten einem gleichmäßigen Druck unterworfen worden iſt. Wenn man daher auf ein Stück Maſſe ein Siegel drückt und man ſchneidet, nachdem dieſe getrocknet worden, die erhöhte Oberfläche ſo weit weg, daß das Siegel und die umgebende Fläche in einer Ebene liegt, ſo tritt die eingedrückte Stelle beim Brennen wieder hervor.

Es iſt deshalb leicht begreiflich, daß wenn der Arbeiter, der ein Stück dreht oder über die Form legt, einen ungleichen Druck auf verſchiedene Punkte der Maſſe gibt, unregelmäßige Stellen auf den zu ſehr komprimirten Punkten entſtehen. Dieſe Fehler bleiben auch, wenn die anfangs rohen geformten Stücke ſo fein und regelmäßig als möglich ausgearbeitet und gedreht werden. Es entſtehen dann daraus die wellenartigen Erhöhungen und ſogenannten Nahten, welche man ſo häufig auf der Oberfläche des gebrannten Geſchirrs bemerkt. Auch einige beſondere Fehler entſtehen daraus an zylindriſchen oder ähnlich geformten Stücken, welche auf der Drehſcheibe durch den Druck der Hand des Arbeites verfertigt werden. Um dieſe Art von Gefäßen zu machen drückt

der Arbeiter die auf der Scheibe befindliche Maſſe mit dem Daumen und den übrigen Fingern zuſammen, wodurch ſie dünner wird; da er nun allmählig die Hand von der Baſis des Gefäßes entfernt, ſo beſchreiben die nach und nach zuſammengedrückten Punkte eine Spirallinie, welche von der Rechten zur Linken geht und von der Baſis ſich bis an die Spitze des Gefäßes erhebt. Schwindet nun die Maſſe beim Brennen, ſo ſuchen die zuſammengedrückten Punkte ſich wieder zurückzuziehen, ſo daß die Schwindung nach einer Spirale Statt findet, die von der Linken zur Rechten und vom obern Theil des Gefäßes nach der Baſis hinabläuft. Um dieß nachzuweiſen, braucht man nur zwei Punkte in einiger Entfernung von einander in derſelben Vertikallinie vor dem Brennen zu bezeichnen. Nach dem Brennen befinden ſich dieſe Punkte nicht mehr unter einander, indem der untere ſich mehr nach der rechten Seite hingezogen hat. Man muß darauf in manchen Fällen Rückſicht nehmen, z. B. wenn man Henkel an eine Taſſe befeſtigt, ſo muß man ſie einander ſchief gegenüberſetzen, damit ſie nach dem Schwinden einander gerade gegenüberſtehen.

Es iſt deshalb leicht einzuſehen, daß, wenn das Geſchirr durch den Arbeiter ungleich gedrückt worden iſt, es nach dem Brennen theils hohle, theils erhöhte Spirallinien zeigt und demnach ein ſchraubenförmiges Anſehen hat. Wenn ferner die Hand des Arbeiters auf einem Punkte verweilt, ſtatt regelmäßig ihren Weg zu beſchreiben, ſo wird dieß beim Schwinden ebenfalls ſichtbar, indem das Gefäß ſtatt einer ſymmetriſchen Form eine ſchiefe annimmt. Es iſt auch leicht begreiflich, daß das Gefäß noch bei Weitem ſchiefer wird, oder zuletzt ſogar reißt, wenn der Arbeiter während des Drehens zwei, drei oder noch mehrere Male mit der Hand ſtille hält.

Alle dieſe Übelſtände zeigen ſich weit häufiger und ſtärker am Töpfergut, was bei einer ſehr hohen Temperatur gebrannt werden muß, denn dieſes ſchwindet am ſtärkſten. Andrerſeits aber zeigen ſie ſich wiederum viel ſeltener an recht gleichförmiger Maſſe, welche lange an feuchten Orten aufbewahrt worden iſt. Beide Reſultate zeigen auch,

wie nothwendig es iſt, die Maſſe, welche für das feinere, ſtärker zu brennende Geſchirr beſtimmt iſt, recht fein zu mahlen und gleichförmig zu mengen.

Mengt man mit friſchem Thon einen ſchon gebrannten Thon, Sand, Kohle oder irgend eine andere nicht ſchwindende Subſtanz, ſo treten dieſe Effekte in einem weit geringeren Maaße hervor, weil dadurch die Fähigkeit zu ſchwinden ſelbſt vermindert wird. Man wendet dieſes Mittel bereits ſchon an, allein es kann dieß nur innerhalb gewiſſer Grenzen geſchehen; wollte man hierin zu weit gehen, ſo würde die plaſtiſche Eigenſchaft der Maſſe zu ſehr darunter leiden.

Einbrennen der Glaſur.

1489. Wir haben bereits geſehen, daß die Glaſuren ſich hinſichtlich ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung in vier Abtheilungen bringen laſſen

1.) Glaſuren, welche aus Kieſelerde, Thonerde, und einem Alkali beſtehen. Hierher gehört die Porzellanglaſur, und die, welche man gewiſſem Steingut mittelſt vulkaniſcher Lava gibt.

2.) Glaſuren, welche aus Kieſelerde, Thonerde, Eiſen- oder Manganoxyd und Kalk oder Magneſia beſtehen; dieſe werden bei verſchiedenem Steinzeug und einigen gefärbten Fayencewaaren angewendet.

3.) Glaſuren, welche aus Kieſelerde, Bleioxyd und Alkali zuſammengeſetzt werden; man giebt ſie dem weichen Porzellan, dem weißen und bisweilen auch dem gefärbten Fayence.

4.) Die aus Kieſelerde, Zinnſäure, Bleioxyd und einem Alkali beſtehenden Glaſuren, womit man das gemeine Fayence und das gewöhnliche Töpfergeſchirr glaſirt. *)

*) Außer dieſen hier aufgeführten Glaſuren giebt es aber noch mehrere: z. B. die Bleiglaſur auf dem gemeinen Töpfergeſchirr, welches aus kieſelſaurem Bleioxyd und kieſelſaurer Thonerde beſteht. Ferner mehrere andere, bleifreie Glaſuren für das gewöhnliche Geſchirr, welchen man Borax oder Borſäure zuſetzt, um ſie leichtflüſſiger zu machen; ſolche Glaſuren ſind dann Doppelverbindungen von kieſelſauern und borſauern Salzen. Bemerkenswerth iſt

Man bereitet dieſe Glaſuren auf ſehr verſchiedene Weiſe, welche wir bei jeder Art von Töpferwaare näher beſchreiben wollen. Die drei erſten Glaſuren ſind durchſcheinend, die vierte dagegen iſt undurchſichtig. Sie können alle gefärbt werden, der zweiten aber kommt die Färbung weſentlich zu.

Es wurde bereits erwähnt, daß die in feines Pulver verwandelten Glaſuren durch Eintauchen auf das halb gebrannte noch abſorbirende Geſchirre gebracht werden. Iſt das Geſchirr aber ſehr ſtark gebrannt worden, ſo abſorbirt es das Waſſer nicht mehr und dann muß man ein anderes Verfahren anwenden, welches darin beſteht, daß man das Geſchirr mit der breiförmigen Glaſur begießt. Dieſe Methode liefert jedoch kein gutes Reſultat, da die Glaſur nicht gleichförmig dick wird und bisweilen doppelt aufgetragen werden muß.

Wir wiſſen bereits auch, daß manches Steinzeug durch leicht ſchmelzbare Körper wie z. B. Pottaſche, Soda und Bleioxyd glaſirt wird, welche ſich im heißen Ofen verflüchtigen und mit der Kieſelerde und Thonerde des Geſchirrs verbinden.

Das Einbrennen der Glaſur geſchieht bei einer entweder gleichen oder niedrigern Temperatur, als zum Brennen der Maſſe erforderlich iſt. Der erſte Fall findet bei dem harten Porzellan Statt, bisweilen auch bei dem durch Verflüchtigung glaſirt werdenden Geſchirr, immer aber bei dem gemeinen Töpfergut. Der Fall gilt für alle übrigen glaſirten Töpferwaaren, nämlich für das weiche Porzellan, das feine Fayence und für gewiſſes Steinzeug, was mit Bleiglaſur verſehen wird; es folgt daraus, daß das harte Porzellan, das gemeine Fayence und das Steingut mit ſtrengflüſſiger Glaſur bei einem Feuer und in demſelben Ofen gebrannt und glaſirt werden. Die Maſſe und die Glaſur werden alſo zugleich gebrannt. Bei andern Töpferwaaren wendet man zwei verſchiedene Feuer und zwei Öfen an; zuerſt wird die Waare blos verglüht und im zweiten Feuer wird

---

auch die bleifreie gemeine Töpferglaſur von Leibl, beſtehend aus kieſelſaurem Kali und kieſelſaurem Kalk, von der weiter unten die Rede ſeyn wird.
A. u. E.

ſie gar gebrannt und die Glaſur eingeſchmolzen. Der letztere Ofen wird in dem Grade weniger geheitzt als die Glaſur leichtflüſſiger iſt.

Die Glaſuren können folgende Hauptfehler haben: ſie können entweder riſſig ſeyn, Blaſen haben, oder zu trocken ſeyn und zuweilen auch durch den Rauch gelitten haben.

Die Riſſe rühren von einer Verſchiedenheit zwiſchen der Ausdehnung der Maſſe und der Glaſur her; wenigſtens ſucht man dieſe Erſcheinung gewöhnlich daraus zu erklären. Vielleicht iſt dieß auch wirklich der Fall, obgleich man dieſes Reſultat auch auf andere Weiſe erklären kann.

Die Blaſen, welche zuweilen in der Glaſur ſich zeigen, müſſen von einer Gasentbindung herrühren, welche während des Schmelzens der Glaſur Statt hat. Es kann dieſer Fehler aber auch in der zu ſchweren Schmelzbarkeit derſelben ſeine Urſache haben, wenn nämlich eine zähe Flüſſigkeit entſteht, welche die adhärirenden Lufttheilchen nicht ganz entweichen läßt, oder auch wenn die auf einander wirkenden Stoffe der Maſſe oder der Glaſur ein Gas erzeugen, welches ſich zu ſpät entbindet und nicht mehr Zeit gehabt hat, ſich gänzlich zu verflüchtigen.

Die Trockne giebt der glaſirten Waare ein mattes Anſehen gleich einem Gemälde, welches die Farben verſchluckt hat; es zeigt ſich dieſes vorzüglich, wenn die Glaſurdecke zu dünn iſt, oder auch, wenn die Glaſur zu ſchwer ſchmelzbar iſt, wodurch ſie nicht recht verglaſen kann; oder endlich, wenn dieſelbe zu leichtflüſſig iſt, und dann in die Maſſe eindringt und von dieſer gröſtentheils abſorbirt wird.

Zuweilen zieht ſich die Glaſur auch etwas ins Gelbliche und dieß ſchreibt man gewöhnlich dem Rauche zu. Dieſer Fehler iſt natürlich nur an weißen Geſchirren ſichtbar und zwar am meiſten auf ſolchen, welche aus weißer Maſſe beſtehen und eine durchſcheinende Glaſur haben; es kann dieſe Erſcheinung herrühren, entweder von der Gegenwart des Eiſens in der Glaſur und in dieſem Falle macht ſie der Rauch verſchwinden, oder auch von der Anweſenheit einer kohligen Materie, dann aber wird ſie vom Rauch nur

noch vermehrt. Der letztere Fall findet jedoch äußerſt ſelten ſtatt, und gewöhnlich rührt die gelbe Farbe vom Eiſen und weit weniger von der Kohle her; es iſt begreiflich, daß, indem der Rauch das Eiſenoxyd in Oxydul reduzirt, die Farbe dadurch zerſtört wird.

Nach dieſen kurz gefaßten vorangeſchickten Bemerkungen wollen wir nun zur nähern Betrachtung der vorzüglichſten Töpferwaaren übergehen. Um eine ausführliche Beſchreibung dieſes wichtigen Induſtriezweiges zu liefern, würde mehr Raum erforderlich ſeyn, als wir dem Plane dieſes Buches nach dazu verwenden können. Brongniart, der im Begriff iſt ein vollſtändiges Werk über die ganze Töpferei zu ſchreiben, wird in alle techniſchen und ſelbſt wiſſenſchaftlichen Einzelheiten eingehen, deren ausführliche Darlegung uns hier unmöglich iſt, die aber nichts deſto weniger für den Fabrikanten von Intereſſe ſeyn müſſen.

Weiches oder Fritten-Porzellan. (Porcelaine tendre.)

1490. Mit dieſem Namen bezeichnet man alle Töpferwaaren, welche eine durchſcheinende Maſſe haben und mit einer bleihaltigen Glaſur verſehen ſind. Es iſt begreiflich, daß dieſe Bedingungen auf ſehr mannigfaltige Weiſe erfüllt werden konnten, und daß demnach die Varietäten des weichen Porzellans ſich bis ins Unendliche vervielfältigen laſſen.

In techniſcher Beziehung muß man zwei Hauptvarietäten unterſcheiden. Das weiche Porzellan von Sèvres und das weiche engliſche Porzellan.

Die Maſſe des weichen Porzellans von Sèvres wurde aus einer glaſigen Fritte bereitet, welche durch Zufügung eines weißen Mergels ſchwerflüſſiger und undurchſichtig wird. Man ſtellte zuerſt die Fritte her; dieſe wurde im Jahre 1791 in der königlichen Porzellanfabrik zu Sèvres folgendermaſſen zuſammengeſetzt:

Salpeter	192 oder 217		
Kochſalz	70 — 72	} 1000	
Alikantſoda	35 — 37		
Römiſcher Alaun	33 — 37		
gebrannter Gyps	35 — 37		
Sand von Fontainebleau . .	133 — 600		

Nachdem dieſe Stoffe wohl gemiſcht worden waren, brachte man ſie in einer fußhohen Schicht in den Frittofen auf ein Sandbette. Man ſchürte denſelben ungefähr fünfzig Stunden lang und ſteigerte die Hitze allmählich bis zur hellen Rothgluth. Die ſo bereitete Fritte mußte halb geſchmolzen, ſchwammig und ſehr weiß ſeyn. Man ſonderte die röthlichen Stellen daraus ab, wenn ſich ſolche zeigten und brachte ſie bei der nächſten Frittung oben auf das Gemenge, wodurch ſie ihre Farbe gänzlich verloren, was zu beweiſen ſcheint, daß ſie bei der erſten Operation nicht ſtark genug geglüht worden ſind. Die erhaltene Fritte wurde pulveriſirt und daraus dann mit einigen Zuſätzen die Maſſe bereitet. Dieſe enthielt: 6 Thl. Frittenpulver, 1 Thl. Kreide, 1 Thl. Kalkmergel von Argenteuil.

Dieſes Gemenge wurde als dünner Brei fein gemahlen, und nachdem er ſechs Wochen in dieſem Zuſtand verblieb, getrocknet; ſodann wurde es wieder zerſtoſen und durchgebeutelt. Das erhaltene Pulver wurde aufs neue mit Waſſer angefeuchtet und daraus Kugeln geformt, die nun zur weitern Verarbeitung aufbewahrt wurden. Man nannte dieß die friſche Maſſe; da man aber in einer immerwährend im Betrieb ſtehenden Fabrik beſtändig Abfälle beim Formen bekam, ſo wurden dieſe pulveriſirt und wieder angewendet. Man nahm dann 2 Thl. dieſer Abfälle, 1 Thl. friſche Maſſe und rührte ſolche mit einer kochenden Auflöſung von ſchwarzer Ölſeife an. Dieſer dünne Brei wurde auch zum Verdünnen der friſchen Maſſe angewendet, wenn man keine Abfälle hatte, und auf beiderlei Weiſe erhielt man die zur Verarbeitung taugliche Maſſe.

Da die Maſſe für ſich zu wenig Zähigkeit hatte, ſo fügte man etwas Seifenwaſſer oder bisweilen auch Gummiſchleim hinzu, um ſie beſſer verarbeiten zu können. Dadurch erhielt

zwar die Maſſe einige Bildſamkeit, allein dieß reichte noch nicht hin, um die Geſchirre auf der Scheibe drehen zu können; man war deshalb genöthigt, die Stücke in Gypsformen, welche aus zwei Hälften beſtehen, zu modelliren und zu preſſen. Man formte ſie gewöhnlich doppelt ſo dick, als ſie eigentlich werden ſollten, trocknete ſie und drehte ſie auf der Scheibe mit eiſernen Werkzeugen ab. Dieſe Arbeit bot viel Unbequemlichkeiten dar: die Maſſe war hart und folglich das Drehen und die Ausbeſſerungen langwierig. Außerdem erzeugte jede Ungeſchicklichkeit des Drehers einen nicht mehr zu reparirenden Schaden, ſo daß das Gefäß untauglich war. Alle dieſe Übelſtände verſchwanden bei der Fabrikation des harten Porzellans aus einer plaſtiſchen Maſſe; dieſe wird noch weich verarbeitet, und dann laſſen ſich gewöhnlich alle Fehler wieder verbeſſern.

Zieht man außer dieſen Schwierigkeiten noch die Leichtflüſſigkeit des Frittenporzellans im Feuer in Betracht, ſo iſt leicht erklärlich, warum man die Fabrikation desſelben in neuerer Zeeit ganz aufgegeben hat.

Das Frittenporzellan=Geſchirr wurde gar gebrannt, noch ehe man es mit Glaſur verſah; allein da es während des Brennens ſehr erweichte, ſo mußte es von allen Seiten geſtützt werden. Man brannte es deshalb auf irdenen Formen, welche genau die Geſtalt der Geſchirre z. B. der Teller, Untertaſſen ꝛc. hatten. Damit ſich die Stücke nicht krumm zogen, ſtürzte man ſie auf die Formen. Lange Zeit wendete man zum Unterſtützen dieſer Gefäße die Frittenporzellanmaſſe ſelbſt an. Man verfertigte eine Art Formen doppelt ſo dick als die Gefäße ſelbſt, und ſtürzte dieſe auf jene. Da beide Stücke noch roh waren, ſo veränderten ſie ſich im Feuer auf gleiche Weiſe; allein durch den hohen Preis der Maſſe wurde man endlich gezwungen den Mergel von Viroflai zu dieſem Endzwecke vorzuziehen. Für koſtbarere Gefäße wendete man jedoch fortwährend Formen von Porzellanmaſſe ſelbſt an, die aber, nachdem ſie gebrannt aus dem Ofen kamen, nicht weiter gebraucht werden konnten.

Da dieſes Porzellan beim Brennen ſorgfältig geſtützt werden muß, ſo erklärt ſich daraus leicht, warum es ohne

Glaſur gar gebrannt wird, denn die Formen würden ſonſt davon ſchmelzen. Man ſtellt das Geſchirr übrigens auch in Kapſeln wie das harte Porzellan. Im erſten Feuer ſchon wird dieſes Porzellan gar gebrannt. Der Ofen für Frittenporzellan war wie der gewöhnliche Fayenceofen konſtruirt und hatte zwei Stockwerke: die untere Etage war für das Garbrennen und die obere für das Einbrennen der Glaſur.

1491. Die Glaſur für das weiche Porzellan war ein eigentliches, zu dieſem Behufe beſonders bereitetes Kryſtallglas und wurde zuſammengeſetzt aus:

Sand von Fontainebleau	285	1000
Kieſel von Bougival	96	
Käufliche Pottaſche	128	
Sodaſalz	106	
Bleiglätte	385	

Dieſes Kryſtallglas war leichtflüſſiger als das gewöhnliche; man ſchmelzte das Gemenge in Schmelztiegeln unten im Porzellanofen. Die hierzu tauglichſten Tiegel waren aus Quarzſand und Thon von Abondant verfertigt. Auch heſſiſche Tiegel wendete man an, allein das Kryſtallglas drang durch deren Seiten und man war genöthigt zwei Tiegel in einander zu ſtellen. Bei andern Tiegeln fand dieſer Übelſtand nicht ſtatt; jeder derſelben enthielt ungefähr vier Pfund Glasmaſſe. Das geſchmolzene Glas wurde fein pulveriſirt und das Pulver mit Waſſer und Weingeiſt zu einem dünnen Brei angerührt, womit dann das gebrannte Porzellan begoſſen ward. Da dieſes Porzellan nicht gleich dem verglühten harten Porzellan abſorbirende Eigenſchaften beſitzt, ſo läßt es ſich nicht durch Eintauchen mit Glaſurmaſſe überziehen. In die obere Ofenetage ſetzte man die mit Glaſur überzogenen Stücke und das friſch in Kapſeln geſtellte Geſchirr, ohne daß dieſes jedoch geſtützt geweſen wäre; die Hitze, welche ſie darin auszuhalten hatten, reichte zwar zur Schmelzung der Glaſur hin, konnte aber das gebrannte Porzellan ſelbſt nicht erweichen. War die erſte Glaſurdecke nicht gleichförmig, ſo gab man noch einen zweiten Überzug und brachte das Geſchirr zum drittenmal in den Ofen. Erſt nachdem dieſes Porzellan eine doppelte Glaſurdecke erhalten

hatte, bekam es ein ſchönes Anſehen. Es hatte dieſelbe einen prächtigen Fettglanz, den man am harten Porzellan niemals bemerkt. Dieſer Umſtand und die gegenwärtige Seltenheit des ehedem in Sèvres fabrizirten Frittenporzellans macht, daß die Liebhaber auf das alte Sèvres-Porzellan einen groſſen Werth legen.

Die Fabrikation des weichen Porzellans war zugleich umſtändlich, ſchwierig und den Arbeitern ſchädlich wegen des Staubes, den ſie beim Abdrehen einathmeten; die Maſſe kam theurer, obgleich die Grundſtoffe dazu überall gefunden werden; es gab viel Ausſchuß, weil viele Stücke berſteten, oder ſich im Feuer ungeachtet der Stützen krumm zogen. Dieſes Porzellan iſt glaſig, hat einen Stich ins Gelbe und iſt weit durchſcheinender als das harte Porzellan, allein es verträgt den ſchnellen Temperaturwechſel nicht. Für die Malerei eignet es ſich beſſer, weil die Farben nicht ſo leicht dem Abſchuppen unterworfen ſind, dagegen hat es wegen ſeines Bleigehaltes wieder andere Nachtheile, indem nämlich die Farben darauf ſich leicht verändern; übrigens iſt auch die Glaſur viel weicher als die des harten Porzellans.

1492. Zu Tournay fabrizirt man gegenwärtig noch ſehr geſchätztes Frittenporzellan; die Reſtaurateurs in Paris wenden kein anderes an. Da man die Teller ꝛc. ziemlich dick macht, ſo iſt dieſes Porzellangeſchirr auch etwas ſchwer. Die Maſſe ſowie die Glaſur ſind etwas blau. Um dieſen Fehler zu verbergen, ziert man gewöhnlich die Teller mit blauen Zeichnungen. Nach Berthiers Analyſe beſteht die Maſſe aus:

Kieſelerde	753	1000
Thonerde	82	
Natron	59	
Kalk	100	
Waſſer	6	

Man bereitet das Porzellan von Tournay aus einem Gemenge von Thon, Kreide und Natron in Mengenverhältniſſen, die ungefähr aus obiger Analyſe abgenommen werden können. Die Glaſur iſt ſehr ſchmelzbar und der Glaſur des ehemaligen Frittenporzellans von Sèvres ſehr

ähnlich. In Sèvres ſelbſt dagegen hat man dieſe Fabrikation aufgegeben, weil ſie gegenwärtig nicht mehr mit Vortheil wie ehemals betrieben werden kann. Anders verhält es ſich mit dem von Tournay; es enthält ſo viel Thon, daß die Maſſe für ſich ſchon ſo plaſtiſch iſt, daß alle die oben erwähnten Übelſtände größtentheils dadurch vermieden, oder wenigſtens vermindert werden. Es bleibt nur noch die einzige Schwierigkeit des Brennens übrig und dieſe iſt in einem gut konſtruirten Ofen auch nicht bedeutender als bei dem harten Porzellan. Die Engländer fabriziren noch immer viel weiches Porzellan.

Engliſches Porzellan.

1493. Man verfertigt in England nach rein chemiſchen Grundſätzen, deren Anwendung man dem berühmten Wedgwood verdankt, vielerlei Töpferwaaren, die nur äußerſt ſchwierig in beſtimmte Klaſſen geordnet werden können. Da die Maſſe ſowohl als die Glaſur meiſt künſtliche Miſchungen, nicht aber einfache Naturprodukte ſind, ſo kann man daſſelbe techniſche Reſultat durch ſehr verſchiedene Verbindungen erhalten. De Saint-Amans machte einige davon bekannt.

Das unter dem Namen Eiſenſtein-Porzellan (Iron-stone china) in England bekannte Porzellan iſt eine Art Frittenporzellan. Es wird bei einer niedrigern Temperatur gebrannt, als das chineſiſche Porzellan; ſeine Glaſur iſt bleihaltig, kommt nicht theuer zu ſtehen und kann ſehr leicht eingebrannt werden; ſie iſt zwar nie ganz weiß, allein die bläuliche Färbung deſſelben iſt gerade nicht unangenehm.

Man verfertigt es aus folgenden Miſchungen:

	Maſſe No. 1.	Maſſe No. 2.
Verwitterter Feldſpath	60	42
Thon von Devon	40	42
Kieſel	0	10
Flintglas	2	8

Zur erſtern Maſſe wendet man folgende Glaſur an:

verwitterter Feldſpath	30	Mennig	6
Kieſel	15	Natron	5

Dieſes Gemenge wird gefrittet und 44 Thl. deſſelben mit 22 Thl. Flintglas und 15 Thl. Bleiweiß gemiſcht.

Zur zweiten Maſſe wird die Glaſur zuſammengeſetzt aus:

verwittertem Feldſpath . . .	36	Flintglas . .	8
Kieſel	20	Bleiweiß . .	40

In England fabrizirt man eine noch andere Art Porzellan mit gebrannten Knochen. Die Phosphorſäure ſpielt hier dieſelbe Rolle wie die Kieſelerde in dem ordinären Töpfergut.

1.) Kompoſition zur Maſſe für ordinäres Tafelſervice.

Kieſel	75	Thon	70
gebrannte Knochen .	180	Kaolin	40

2.) Kompoſition zur Maſſe für Theegeſchirre und Deſſertſervice.

Kieſel	36	Kaolin	96
gebrannte Knochen .	100	Feldſpath	80

Glaſur für beide Kompoſitionen.

Feldſpath	45	Nickel	4
Kieſel	9	Man fritte dieſe Stoffe	
Borax	21	und füge dann hinzu	
Flintglas	20	Mennig	12

3.) Kompoſition zur Maſſe für Figuren und Zierrathen.

Sand von Lynn aus der Grafſchaft Norfolk	150
gebrannte Knochen	300
Pottaſche	10
Man fritte dieſe Stoffe und füge Kaolin hinzu	100

Glaſur für dieſe Maſſe.

Feldſpath	45	Nickel	4
Kieſel	12	Man fritte dieſe Stoffe	
Borax	15	und füge dann hinzu	
Flintglas	20	Mennig	12

Die dritte Kompoſition iſt leichtflüſſiger als die beiden erſten und dieß erfordert ſchon der Zweck, wozu ſie verwendet wird.

Dieſe Porzellanſorten werden ſogleich gar gebrannt. Man ſtellt ſie ohne Beobachtung beſonderer Vorſichtsmaaßregeln in Kapſeln auf einander. Da ſie nicht ſo weich werden, um an einander zu kleben, ſo ſchadet ihre unmittelbare Berührung ihnen nicht. Nachdem ſie gebrannt ſind, verſieht man ſie mit Glaſur und ſchmelzt dieſe im Feuer ein. Da die Glaſur leichtflüſſig iſt, ſo erweicht das Geſchirr dabei nicht im Geringſten und es kann deshalb, wie das Fayence blos auf die ſogenannten Hahnenſpornen gelegt werden. Der Garbrand erfordert kaum ein ſtärkeres Feuer als zum

Verglühen des harten Porzellans nöthig iſt. Das Einbrennen der Glaſur hat bei noch niedrigeren Hitzgraden Statt. Dieſe Umſtände zuſammengenommen machen dieſe Art Porzellan ſehr wohlfeil.

Feldſpathporzellan oder chineſiſches Porzellan. (Porcelaine dure ou chinoise.)

1494. Die Maſſe des Feldſpathporzellans beſteht im Allgemeinen aus Kaolin (Porzellanerde) und quarzigem Feldſpath. Beide Stoffe kommen in Saint-Yriez-la Perche nahe bei Limoges vor. Von den gewöhnlichen Fabriken wird das rohe Kaolin, welches noch mit Quarz gemengt iſt, ſo wie es aus der Grube kommt angewendet, allein in der königlichen Porzellanmanufaktur zu Sèvres wird es zuerſt geſchlämmt und heißt dann dekantirte Porzellanerde. Vor der Anwendung ſelbſt wäſcht man dieſe in Sèvres zum zweitenmal ſehr ſorgfältig und ſcheidet dadurch noch den vierten Theil an feinem Sande daraus ab. Die ſo zubereitete Porzellanerde wird nun unmittelbar zur Maſſe ſelbſt verwendet und macht dieſe plaſtiſch, unſchmelzbar und undurchſichtig; es muß nun noch eine Subſtanz hinzukommen, wodurch die Maſſe ſchmelzbar und folglich durchſcheinend wird. Dieſer zweite Gemengtheil wird gewöhnlich Fluß genannt und iſt in den verſchiedenen Fabriken ſehr verſchieden. Wird quarziger Feldſpath angewendet, ſo glüht man ihn zuerſt, um ihn ſpröde zu machen; er wird dann gepocht, fein gemahlen und ſo zubereitet dem geſchlämmten Kaolin beigegeben. Hat man die Porzellanerde und das Flußmittel recht innig mit einander gemengt, ſo läßt man die Maſſe in Käſten oder Sümpfen ſo lange als möglich ſtehen, wodurch ſie beſſer zu werden ſcheint. Ehe man ſie aber anwendet, wird ſie noch verſchiedenen Operationen unterworfen, welche zum Zwecke haben, ſie möglichſt innig zu mengen und recht plaſtiſch zu machen. Man bringt ſie in halbkugelförmige Gypsformen, die ſchnell das Waſſer anziehen, ſchneidet ſie dann in kleine Stücke und läßt ſie an der Luft trocknen. Hierauf wird ſie pulveriſirt, wieder etwas befeuchtet und auf einem geſtein-

ten Boden ausgebreitet; man fügt gewöhnlich auch die Abfälle hinzu, die man beim Formen und Drehen der Maſſe erhält. Dieſe alte Maſſe, welche bereits mehr manipulirt worden iſt, macht die friſche plaſtiſcher. Ein Arbeiter tritt nun mit bloßen Füßen auf dem Haufen herum und beſchreibt eine Spirale, indem er vom Zentrum nach der Peripherie und umgekehrt geht. Iſt die Maſſe hinlänglich getreten, ſo formt man Klumpen von der Größe eines Kopfes daraus, die man Ballen heißt; dieſe werden im Keller in Käſten bis zum Gebrauche aufbewahrt.

Mehrere Porzellanmaſſen werden auf folgende Weiſe zuſammen geſetzt:

	Service Maſſe von Sèvres.	Maſſe zu Bildhauerarbeit von Sèvres.	Service Maſſe von Paris.
Geſchlämmte Porzellanerde	64	62	"
kieſelhaltige Porzellanerde	"	"	80
Kreide von Bougival	6	4	"
Sand von Aumont	20	17	"
feiner Sand	10	"	"
Quarziger Feldſpath	"	17	20

Die Zuſammenſetzung des Kaolins haben wir bereits mitgetheilt. Die Kreide von Bougival iſt reiner kohlenſaurer Kalk mit etwas Eiſen- oder Manganoxyd. Der Sand von Aumont iſt faſt reine Kieſelerde. Der feine Sand beſteht aus 80 Kieſelerde, 8,0 Thonerde, 2,5 Kali und 9,5 Waſſer. Die Zuſammenſetzung des quarzigen Feldſpathes werden wir weiter unten angegeben.

1495. Iſt die Maſſe mit magerem Thon bereitet worden, ſo iſt ſie kurz, wodurch das Formen ſchwieriger wird und mehr Zeit erfordert. Die runden Schüſſeln und die Teller werden in Gypsformen gedrückt; bald wird die Maſſe aber auch in Platten geformt, bald auf der Scheibe aufgedreht.

Im erſten Fall legt man auf eine Marmortafel eine feuchte Haut und breitet mittelſt eines mit zwei Linealen verſehenen Mangelholzes die Maſſe aus. Die erhaltene Platte drückt man ſodann auf die Gypsform, indem man ſie mit der Haut auf dieſelbe bringt, um zu verhüten, daß ſie zerreißt, im Fall die Maſſe zu wenig Zuſammenhang haben ſollte.

Dreht man das Geſchirr auf der Scheibe auf, ſo bringt man zuerſt einen Klumpen Maſſe auf eine runde Gyps- oder Holzſcheibe, die man oben auf die Scheibe ſetzt. Man formt den Teller oder die Schüſſel aus dem Groben, indem man ſie noch ziemlich dick läßt. Hierauf wird die Platte oder das aufgedrehte Stück ſtark auf die Gypsform mit einem feuchten Schwamm gedrückt; man klebt dann einen Wulſt von Maſſe mittelſt eines ſtarken Druckes mit dem Daumen daran, drückt denſelben platt und formt daraus den Rand, welcher den Fuß des Tellers oder der Schüſſel bilden ſoll. Nachdem das Stück etwas getrocknet worden, löſt man es von der Form ab. Es wird hierauf wieder auf die Scheibe geſetzt und auch außen abgedreht, indem man es mit einem ſehr ſcharfen Inſtrument, Dreheiſen genannt, auf die gehörige Dicke reducirt. Ein tüchtiger Arbeiter fertigt täglich fünfzig Teller.

Diejenigen Stücke, welche nicht rund ſind, werden ganz in Gyps geformt. Sind dieſe ſehr groß, wie Kumpe, Salatſchüſſeln ꝛc., ſo macht man zuerſt eine Platte auf der naſſen Haut und drückt dieſe mit dem Schwamm in die Form, wie dieß bei den Tellern geſchieht; mit der Hand werden dieſe Gefäße dann fertig gemacht. Die Auszierungen als Henkel, Schnaupen ꝛc. werden beſonders geformt, und dann mit ſehr dünnem Maſſenbrei angeklebt.

Die fertig geformten Stücke werden langſam getrocknet, damit ſie keine Riſſe bekommen. Nach dem Trocknen kommen ſie ins Feuer.

1496. Der Porzellanofen iſt eine Art Thurm mit zwei oder drei Stockwerken aus feuerfeſten Steinen aufgeführt. Als Brennſtoff wird geſpaltenes und ganz trocknes Espenholz angewendet; man legt es außen in die vier Schürlöcher (alandiers), welche ſich im Innern des Ofens ausmünden; jede Etage iſt durch ein mit Feuerkanälen (carneau) verſehenes Gewölbe geſchloſſen; an der Spitze iſt der Ofen mit einem durchbrochenen Dach verſehen, welches in ziemlicher Entfernung vom zweiten Gewölbe ſich befindet. Eine Eſſe iſt nicht vorhanden, denn der Ofen ſelbſt dient als ſolche. Seine beträchtliche Höhe und der geringe Raum,

welcher in ſeinem Innern bleibt, nachdem er mit Geſchirr angefüllt worden, ſo wie die Verengerung ſeiner obern Öffnung erzeugen in Vereinigung mit einander einen äußerſt lebhaften Zug.

Beim Brennen des Porzellans unterſcheidet man zwei Zeiträume; im erſten werden die rohen nicht glaſirten Stücke verglüht und dieß geſchieht in der obern Ofenetage, wo die Hitze auf ungefähr 60 Grade Wedgwood ſteigt. Durch das Verglühen wird die Form des Geſchirres kaum verändert und ebenſo findet kein merkliches Schwinden Statt, allein es wird vollkommen trocken, und ſo feſt, daß man es ſehr gut handhaben und ſogar ins Waſſer tauchen kann, ohne daß es zerfällt. Nach Berthiers Analyſe beſteht das verglühte Porzellan von Sèvres aus:

Kieſelerde	59,6	99,6
Thonerde	35,0	
Kali	1,8	
Kalk	2,4	
Waſſer	0,8	

Man würde dieſe Beſtandtheile auch von der weiter oben angegebenen Zuſammenſetzung ableiten können, allein es iſt doch möglich, daß durch das Brennen die Miſchung etwas verändert wird, und zwar vorzüglich beim Garbrennen wegen der hohen Temperatur, der die Maſſe hierbei ausgeſetzt wird.

1497. Die Glaſur des Feldſpathporzellans iſt Feldſpath ſelbſt, der für die Maſſe ein Flußmittel abgiebt. Man wendet ihn ganz rein an, denn in der Weißglühhitze ſchmilzt er zu einem farbloſen faſt durchſichtigen Glas. Er wird ſehr fein gemahlen und im Waſſer, das mit etwas Weineſſig angeſäuert worden, aufgeſchlämmt erhalten. Brongniart behauptet, daß der Weineſſig dazu diene, um die Glaſurtheilchen länger in Suspenſion zu erhalten; denn in reinem Waſſer fallen ſie ſchneller zu Boden. Nicht unwahrſcheinlich iſt es, daß dieſe blos mechaniſche Eigenſchaft nur von der Zähigkeit des angewandten unreinen Eſſigs herrührt; ſoviel iſt übrigens gewiß, daß der Gebrauch des Weineſſigs nicht etwa auf einem bloßen Vorurtheil beruht. Man zieht die

Geſchirre ziemlich ſchnell durch dieſe trübe Flüſſigkeit, und indem nun das Waſſer ſich in die Poren zieht, ſetzt ſich die Glaſur als eine dünne Schicht auf die Oberfläche und erſcheint ſogleich nach dem Herausziehen trocken, wenn das Gefäß nur verglüht und deshalb noch porös war. Auf die ſchadhaften Stellen, welche der Glaſur noch ermangeln, trägt man dieſelbe nachher mit dem Pinſel auf. Vom Fuße oder von denjenigen Stellen, auf welchen das Stück ſteht, nimmt man das adhärirende Glaſurpulver wieder ab, damit es ſich nicht an ſeine Stützpunkte hänge.

Berthier fand in dem Feldſpathgeſtein, welches zur Glaſur angewendet wird:

Kieſelerde . .	73,0	=	37,88
Thonerde . .	16,2	=	7,52
Kali	8,4	=	1,42
Waſſer . . .	0,6		
	98,2		

Es giebt dieß ein Atom Kaliſilikat und fünf Atome vierfach kieſelſaure Thonerde.

1498. Man ſchreitet nun zum zweiten oder Garbrennen. Es geſchieht in Kapſeln, welche aus ſehr feuerfeſtem Thon verfertigt werden. Die in Sèvres gebräuchlichen werden aus fettem Thon von Abondant aus dem Forſte zu Dreux gemacht. Man giebt als Cäment den dritten Theil alter geſtoſener Kapſeln hinzu.

Da das Porzellan im Feuer erweicht, ſo darf man die Stücke nicht unmittelbar auf einander ſtellen, ſelbſt wenn ſie unglaſirt ſind. Jedes flache Stück erfordert eine eigene Kapſel, auf deren Boden man eine ganz ebene Platte oder eine rein abgedrehte Scheibe von Kapſelmaſſe ſetzt und ſie mit drei Stückchen Kitt aus Thon und vielem Sand beſtehend darauf befeſtigt. Iſt die Scheibe horizontal feſt geſtellt, ſo benetzt man ſie, ſtreut Sand darauf oder belegt ſie mit feuerfeſtem Thon und ſetzt dann den Teller darauf. Der Sand verhindert, daß der Teller ſich im Feuer an die Scheibe hängt, wodurch auch die durch Ausdehnung oder Zuſammenziehung bewirkte Bewegung ungehindert Statt finden kann.

Man kann mehrere Stücke auf dieſelbe Scheibe ſetzen, wenn ſie einander nicht berühren; und dieß geſchieht auch immer bei dem ganz kleinen Geſchirre. Sobald die Kapſeln gefüllt ſind, ſetzt man ſie in dem Ofen auf einander und bildet ſo ganze Säulen daraus, welche den Ofen ausfüllen. Man läßt immer hinlänglichen Raum dazwiſchen, ohne ſie gerade zu weit zu ſetzen, ſo daß der Zug ſtark und das Feuer gleichförmig nach allen Seiten hin wirkt.

Man mauert nach dem Einſetzen die Ofenthüre durch drei Reihen Backſteine zu; aber man läßt zwei viereckige Öffnungen von ungefähr zwei Dezimeter Durchmeſſer offen und zwar die eine oben, und die andere unten. Man kann durch ſie in die Kapſeln hineinlangen und die als Proben hineingeſtellten Stückchen herausholen. Dieſe Proben ſind von Porzellan, zwei Zoll hoch und einen Zoll breit. Sie ſind mit einem Loche verſehen und auf einem Träger von Thon zuſammengeſtellt. Von Zeit zu Zeit zieht man oben und unten eine Probe mittelſt eines eiſernen Stabes, mit welchem man in die Öffnung langt. Es läßt ſich daraus abnehmen, ob die Temperatur des Ofens ſowohl unten als oben gleich iſt und wie weit der Brand fortgeſchritten iſt. Das Probeloch wird durch einen gebrannten Stein wieder zugeſetzt, in deſſen Mitte eine irdene Röhre angebracht iſt, durch welche man in das Innere des Ofens ſehen und das Feuer hiernach reguliren kann. In Sèvres hat man rings um den Ofen ähnliche Röhren eingeſetzt, welche mit Glasplatten verſchloſſen werden. Durch ſie kann das Feuer während der Dauer des Brandes auf allen Punkten des Ofens beobachtet werden, ohne daß der Zug dadurch leidet.

Man feuert anfangs langſam, indem man einige Stücke ziemlich grobes Holz in die Schürlöcher wirft, und während der erſten fünfzehen Stunden ſchürt man auf dieſe Weiſe fort, und vermehrt das einzulegende Holz allmählig. Nach Verlauf von funfzehen Stunden iſt der Ofen dunkelroth glühend. Schürt man nun auf dieſe Weiſe fort, ſo verhindert man die zu raſche Ausdehnung des im Ofen enthaltenen Geſchirrs, wodurch viele Stücke zerſpringen würden. Sobald aber der Ofen einmal rothglüht, ſchürt man anders;

anſtatt die Scheite ſenkrecht in die Schürlöcher zu bringen, legt ein Arbeiter klein geſpaltenes, geſundes Espenholz horizontal oben in die Öffnung und ſchichtet es in abgedachter Form; die in umgekehrter Richtung ziehende lebhafte und lange Flamme, dringt durch die Schürlöcher in den Ofen und zirkulirt zwiſchen den Kapſelpfeilern. Schürt man auf dieſe Weiſe zwölf bis fünfzehen Stunden, ſo wird der innere Ofenraum hellrothglühend und man unterſcheidet dann kaum mehr die Proben. Gegen Ende des Brandes legt jeder Ofenheitzer ohne Unterlaß geſpaltenes Holz in das Schürloch; da er dieſes ganz regelmäßig auf einander legen muß, und es ſehr klein geſpalten iſt, ſo wird dadurch ſeine ganze Thätigkeit in Anſpruch genommen, indem die Verbrennung äußerſt raſch vor ſich geht. Während dieſer Zeit iſt der Zug ſo ſtark, daß man die Hand ohne Unbequemlichkeit auf das Holz legen kann. Das Holz verbrennt ſo vollkommen, daß keine Kohle zurückbleibt; man bemerkt keinen Rauch und die Aſche wird ganz von dem Luftzug mit fortgeriſſen. Die Hitze im Ofen zu Sèvres ſteigt auf 134° Wedgwood, wobei aber das weiche Eiſen noch nicht ſchmilzt. Nachdem 15—20 Stunden der Ofen in der höchſten Hitze geſtanden, und mithin 36 Stunden lang geſchürt worden, iſt das Porzellan gar gebrannt; um ſich davon zu überzeugen, zieht man die Probe. Man läßt hierauf den Ofen während drei oder vier Tagen erkalten und nimmt dann das Geſchirr heraus.

Der auf die Platten geſtreute Sand adhärirt zum Theil an den Füßen der Stücke; man reibt ihn mit einem harten Stein davon ab. Das weiße Porzellan, was ohne Fehler aus dem Ofen kommt, kann nun ſogleich als käufliche Waare in die Magazine gebracht werden.

1499. In England fabrizirt man aus künſtlich bereiteten Gemengen und in Piemont mit Hilfe des Magneſits Porzellan, welches von dem beſchriebenen in ſo ferne abweicht, daß das Kali in demſelben durch Magneſia erſetzt wird.

Nach Berthier beſteht es aus:

	Maſſe von Worcheſter.	Maſſe von Piemont.
Kieſelerde	77,0	60,0
Thonerde	8,6	9,0
Kalk	1,2	1,6
Magneſia	7,0	15,2
Waſſer	5,6	13,6
	99,4	99,4

Steinzeug und Steingut. (Grès.)

1500. Man begreift darunter alle Töpferwaaren von feſter und undurchſichtiger Maſſe, welche ſo ſtark gebrannt ſind, daß ſie nicht durch Eiſen geritzt werden, wohl aber mit dem Stahl Feuer geben. Das Steinzeug, welches zuweilen härter als das Feldſpathporzellan iſt, unterſcheidet ſich von dieſem durch ſeine Undurchſichtigkeit und durch die Farbe; übrigens läßt ſich auch weißes Steinzeug darſtellen.

Töpferwaaren, welche dieſe Eigenſchaften beſitzen, verfertigt man auf zweierlei Weiſe: erſtlich aus reinem Thon, der bei einer ſehr hohen Temperatur gebrannt zuſammenbackt; und zweitens mittelſt eines Gemenges aus verſchiedenen Thonſorten und einer Baſis, welche ein ſchmelzbares Silikat erzeugen kann und dann Geſchirr aus halb verglaſter Maſſe liefert. Hierzu eignen ſich Kalk, Baryt, Eiſenoxyd, Manganoxyd und mehrere andere.

Der zur erſtern Steingutſorte angewendete Thon iſt ſehr plaſtiſch und fein, wenig eiſenhaltig und enthält ziemlich viel feinen Sand, aber keinen oder nur äußerſt wenig Kalk. Wir führen hier als Beiſpiel den Thon von Forges-les-Eaux im Departement de l'Yonne an. Man tritt den Thon ſtark mit den Füßen und fügt zugleich noch etwas Sand hinzu, der mit ein Wenig Kalk eingeſtäubt worden.

Das Steinzeug wird bei hohen Hitzgraden gebrannt. Der Brennofen erhebt ſich allmählig von der Feuerung an bis zum Hintergrund; er hat keine eigentliche Eſſe und der Feuerplatz iſt ſehr groß. Man ſchürt acht Tage lang ununterbrochen fort; dadurch erlangt die Waare eine große Feſtigkeit und wird ſo hart, daß ſie am Stahle Funken giebt; hinſichtlich ſeiner Dichtigkeit kommt es dem Porzellan ſehr nahe,

iſt aber nicht ſo durchſcheinend. Da die Maſſe ſehr gleichartig iſt, ſo zerſpringt ſie gerne, wenn ſie über's Feuer kommt. Gewöhnlich giebt man dieſer Waare keine beſondere Glaſur, da die Maſſe fein und die Temperatur beim Brennen ſo hoch iſt, daß die Geſchirre ohne dieß ſchon ſehr dicht werden; um ihnen aber mehr Glätte auf der Oberfläche zu geben, erhalten ſie doch eine Art Glaſur. Man erzeugt dieſe oft durch bloſe Verglaſung der Oberfläche mittelſt Kali und Kalk, die in der Aſche des Brennmaterials ſind, oder auch mit Kochſalz, welches man in den Ofen wirft, während das Geſchirr rothglüht; bisweilen glaſirt man das Steinzeug auch mit pulveriſirten Schlacken, denen man Kalk, Sand und Thon beigiebt. Man taucht das rohe Geſchirr in Waſſer und ſiebt dann dieſe Glaſur darauf. Die Maſſe und die Glaſur werden zugleich in einem Feuer gebrannt, und das Geſchirr bekommt dann gewöhnlich eine kaſtanienbraune Farbe.

Nach **Berthier** beſteht die Glaſurmiſchung, welche man auf das Steinzeug von **Saint-Amand** und **Saint-Sauveur** (Nièvre) applizirt aus:

Kieſelerde . .	55,8	
Thonerde . .	7,0	
Eiſenoxyd . .	12,4	
Manganoxyd .	3,0	100,0
Kalk	20,3	
Magneſia . .	1,0	

Es iſt demnach die Miſchung einer etwas eiſenhaltigen Hohofenſchlacke oder eines Bouteillenglaſes ohne Alkaligehalt.

Das gemeine Steingut unterſcheidet ſich demnach von dem Porzellan durch die Anweſenheit von etwas Eiſenoxyd, welches die Maſſe färbt, und durch den Mangel an alkaliſchen Stoffen. Wahrſcheinlich würde man dieſes Geſchirr durch Zufügen von Kalk und Mangneſia ſo durchſcheinend wie das Porzellan machen können; hierbei müßte man aber vorſichtig ſeyn, denn eine zu ſtarke Doſis dieſer Baſen könnte vielleicht die Maſſe leichtflüſſig machen. *)

*) Das Steinzeug wird zu ſehr verſchiedenen Zwecken verwendet. Man hat davon Krüge für Mineralwaſſer, Flaſchen zur Aufbewahrung der Säuren vor-

Gefärbtes Steingut oder Wedgwood-Geſchirr.
(Grès colorés de Wedgwood.)

1501. Unter dieſem Namen begreift man Töpferwaaren von feiner gefärbter Maſſe, die ſo hart iſt, daß ſie am Stahl Feuer giebt; ſie ſind dem Porzellan hinſichtlich ihrer Miſchung ſehr ähnlich und unterſcheiden ſich nur dadurch, daß das Kali darin durch Baryt oder Strontian erſetzt wird.

Nach Saint-Amans wird daſſelbe zuſammengeſetzt aus:

	Weiche Maſſe.	Harte Maſſe.
Quarz	15	17
Feldſpath	15	30
Thon von Devon	26	15
Schwefelſaurer Baryt	47	10
— — Strontian	10	„
— — Kalk	6	23
Kaolin von Cornwallis	„	15

Dieſe Maſſe wird durch verſchiedene Metalloxyde gefärbt. Ein Prozent Kobaltoxyd reicht ſchon hin, um das Wedgwood ſchön blau zu färben. Mit Antimon und Eiſenoxyd erhält man Orange, das grüne Geſchirr wird durch Kupferoxyd und das ſchwarze aus einem Gemiſch von Manganoxyd und Eiſenoxyd erzeugt; Nickeloxyd und Umbra aber geben braun.

Dieſe Maſſen ſind ſehr dehnbar, laſſen ſich leicht bearbeiten und in mancher Hinſicht ſind ſie den gewöhnlichen noch vorzuziehen. So laſſen ſich z. B. die Verzierungen ohne Maſſenſchlamm nur mit etwas Gummiwaſſer befeſtigen. Im Feuer kleben ſie ſelbſt beſſer an als die gewöhnliche Maſſe mittelſt Maſſenſchlamm, welchen man zwiſchen die Berührungsflächen beider Stücke bringt. Man giebt dieſen

züglich der Schwefelſäure, Salpeterſäure und Salzſäure, große Woulf'ſche Flaſchen zum Auffangen deſtillirter Säuren ꝛc.; auch als Küchengeſchirr, als Standgefäße in Apotheken wird das gemeine Steingut ſehr häufig angewenwendet, nur darf es keinem ſchnellen Temperaturwechſel ausgeſetzt werden. Unter dem Namen von Frankfurther Geſchirr kommt aus der Umgegend von Koblenz ſehr ſchönes blaulich weißes Steinzeug in den Handel, welches wegen ſeiner Feſtigkeit und Dauerhaftigkeit ſehr beliebt iſt. Vorzüglich ſchönes, dem Porzellan an Weiße ſich näherndes Steinzeug wird neuerdings in Küps (Obermainkreis) verfertigt. A. u. E.

Waaren gewöhnlich nur ein Feuer; zuweilen emaillirt man ſie auch oder giebt ihnen einen Lüſter, wozu dann ein zweites Feuer erfordert wird. Das Email für die innere Fläche des ſchwarzen Geſchirres wird zuſammengeſetzt aus

Mennig . . .	96
Kieſel . . .	16
Manganoxyd .	2

Den Lüſter giebt man dieſer Waare auf beſondere Weiſe. Man ſtellt das Geſchirr in Kapſeln, deren Inneres man verſehen hat mit einem Gemenge von

Kochſalz . . .	12	oder	64
Pottaſche . .	30	—	6

Zuweilen ſtellt man auch mitten in die Muffel einige Stücke, welche man mit einer ſehr ſchmelzbaren und flüchtigen Glaſur ausgekleidet hat. Dieſe nennen die engliſchen Arbeiter die Refraktoren. Es leuchtet ſogleich ein, daß dieſes Verfahren auf die Flüchtigkeit der Pottaſche und des Kochſalzes ſich gründet.

Feines Fayence oder engliſches Steingut mit durchſichtiger Glaſur. (Faïence fine à couverte transparente.)

1502. Die Maſſe dieſer Töpferwaare iſt weiß, porös, abſorbirend und undurchſichtig; die Glaſur aber iſt durchſichtig und enthält Bleioxyd. Die feine, weiße und leichte Maſſe nimmt die reinſten Formen und zarteſten Verzierungen an. Iſt ſie gut zubereitet, ſo beſitzt ſie faſt alle Eigenſchaften einer guten Töpferwaare, allein die Natur derſelben erlaubt ſehr verſchiedene Abänderungen, vorzüglich in Beziehung ſeiner Glaſur, welches hinſichtlich der Unſchädlichkeit der weſentlichſte Punkt iſt.

Dieſes Fayence hält auch im Feuer gut; die Glaſur enthält viel Bleioxyd, allein wenn ſie gut zubereitet iſt, ſo bietet ſie die ihr gewöhnlich zugeſchriebenen Nachtheile nicht dar. Iſt aber das Bleioxyd in zu großer Menge darin, wie gewöhnlich in dem franzöſiſchen Fayence, ſo iſt dieß in mancherlei Beziehung ſehr nachtheilig. Die Säuren und ſelbſt der Weineſſig kann durch mehrſtündige Berührung mit

dieſem Geſchirre die Glaſur angreifen und Bleiſalze erzeugen. Mit dem Meſſer kann ſie leicht geritzt werden und es ſpringt ein bleihaltiger Staub ab, der ſich mit den Speiſen vermengt und dann ſehr nachtheilig wirkt. Das geritzte, ſtellenweiſe von ſeiner Glaſur entblöſte Geſchirr abſorbirt alle Flüſſigkeiten und iſt bald mit fetten Stoffen durchdrungen, die ihm ein ſchmutziges, höchſt widriges Anſehen ertheilen. Dieſe Übelſtände aber werden aufgewogen durch den niedrigen Preis dieſes Geſchirres. Vermehrt man den Bleigehalt in der Glaſur, ſo kann man ſie bei geringerer Hitze einbrennen, und demnach viel Brennmaterial erſparen; man verzichtet deshalb lieber auf die Unſchädlichkeit und auf die wirkliche Ökonomie, welche für den Käufer aus der größern Haltbarkeit des Geſchirres erwachſen müßte.

Das feine Fayence wird aus weißem, plaſtiſchen Thon und aus gemahlenem Kieſel bereitet. Der Thon muß recht zäh und fein ſeyn, damit er leicht und ſchnell geformt werden kann; er darf deshalb nicht viel Sand enthalten. Von Eiſenoxyd muß er frei ſeyn, damit er durchs Feuer nicht geröthet wird, und demnach mit einer durchſichtigen Glaſur verſehen werden kann. Er muß ferner ſchwer ſchmelzbar ſeyn, ſo daß er eine Temperatur von 100° Wedgwood aushalten kann, ohne ſeine Form zu verlieren, und ohne nach Art des Steingutes zuſammenzubacken, wodurch er im Feuer zerſpringen würde.

Der Thon wird in Backſteinform ausgegraben und getrocknet, hierauf zerſtoſen und die darin befindlichen Sandkörner und gefärbten Thontheile ſorgfältig ausgeleſen. Durch Schlämmen wird er ferner gereinigt und ſodann der gemahlene Kieſel damit vermengt, um ihn magerer zu machen. In einigen Fabriken mengt man den Kieſel ſogleich mit dem mit Waſſer angerührten Thon, ſchlämmt ihn dann gar nicht, ſondern treibt die Maſſe blos durch ein ſehr feines Sieb.

Der dazu verwendete Kieſel iſt gewöhnlich der ſchwarze Feuerſtein aus dem Kreidegebirg, den man vorher rothglüht und im Waſſer ablöſcht. Dadurch wird derſelbe weiß, viel ſpröder, und läßt ſich leicht pulveriſiren. Man pocht ihn zuerſt und mahlt ihn dann zwiſchen Mühlſteinen wie ſolche

gewöhnlich in allen Porzellanfabriken angewendet werden. Man kann ihn auch in einer gewöhnlichen Getreidemühle fein mahlen. Das trockne Stoßen des Kieſels ſollte übrigens polizeylich verboten werden, wegen des äußerſt ſchädlichen Einfluſſes des Kieſelſtaubes auf die Geſundheit der Arbeiter, welche denſelben athmen. Iſt der Quarz naß aufs Feinſte gemahlen worden, ſo muß man, um ihn ſchnell vom Waſſer zu ſondern, zu einem beſondern Mittel ſeine Zuflucht nehmen. Man fügt zu dem dünnen Brei etwas Ätzkalk, wodurch ſich das Waſſer ſehr leicht abgießen läßt.

Die Fayencemaſſe wird aus gemahlenem Quarz und geſchlämmtem Thon zuſammengeſetzt, indem man beiläufig ein Fünftel vom erſtern nimmt; man mengt beide recht innig mit einander, aber da die Maſſe dadurch ganz dünnflüſſig wird, ſo muß ſie wieder durch Abdampfen eingedickt werden. In England läßt man die dünne Maſſe in einen langen Trog laufen, der von unten geheizt wird und bringt nun die Flüſſigkeit zum Kochen, wobei man beſtändig umrührt, damit das Quarzpulver vermöge ſeines größern ſpezif. Gewichts ſich nicht abſondere; dieſe Abdampfungsmethode aber iſt koſtſpielig wegen des hierzu erforderlichen Brennmaterials. Um dieſe beträchtlichen Koſten zu vermeiden, bringt man die Maſſe in Formen von trocknem Gyps, welche ungefähr 25 Centimeter Durchmeſſer haben; der Gyps abſorbirt das überflüſſige Waſſer der Maſſe, und dieſe erhält dann die nöthige Konſiſtenz; man nimmt ſie nachher aus den Formen und trocknet ſie in freier Luft oder an der Sonne unter Schoppen.

Nachdem die Maſſe die gehörige Konſiſtenz angenommen hat, muß ſie, ehe ſie geformt wird, ſtark getreten werden; man ſchlägt ſie mit Kolben, breitet ſie auf einer Tenne aus und tritt ſie dann tüchtig. Um die Maſſe nun plaſtiſcher zu machen, bringt man ſie in feuchte Keller und läßt ſie daſelbſt mehrere Monate liegen; ſie geht hier in eine Art Gährung über, wird ſchwärzlich und verbreitet einen üblen Geruch. Geſchirr, welches aus fermentirter Maſſe verfertigt worden, iſt weit weniger dem Reißen unterworfen, als das aus friſcher Maſſe. Iſt dieſelbe gut zubereitet, ſo arbeitet ſie ſich

ſo leicht, daß ein tüchtiger Arbeiter täglich ſechshundert Teller fertigen kann, wenn ihm ein Kind handlangt.

1503. Der zum Brennen des feinen Fayence's beſtimmte Ofen iſt ſehr einfach: es iſt ein Zylinder, der ſich in ein Gewölbe mit gedrücktem Bogen endigt. Die in Frankreich gebräuchlichen gleichen einem Porzellanofen ohne Kugel. Das Brennmaterial wird in acht Schürlöcher gebracht und die Flamme zieht anfangs abwärts und dringt dann in den Ofen; durch kleine im obern Ofengewölbe angebrachte viereckige Löcher zieht ſie hinaus.

Die ganz trocknen Geſchirre werden in zylindriſche, irdene Kapſeln in den Ofen geſtellt. Dieſe Kapſeln müſſen aus gutem Thon verfertigt ſeyn und wenigſtens ein Drittel alte geſtoßene Kapſelſcherben enthalten, damit ſie nicht ſo leicht im Feuer reißen. Jede Kapſel kann mehrere Stücke aufnehmen, die man vorſichtig auf einander ſtellt, ohne Etwas dazwiſchen zu legen.

Man brennt dieſe Waare mit Holz oder Steinkohlen; bei Holzfeuerung zirkulirt die Flamme mitten durch die Kapſeln, ohne einen beſondern Kanal zu paſſiren; wendet man aber Steinkohle an, ſo läßt man den Rauch durch ſenkrechte Rauchfänge abziehen, welche vom Roſte des Feuerplatzes ausgehen und an den innern Wänden des Ofens fortlaufen; dieſe Kanäle haben mehrere Seitenöffnungen. Anfangs wird langſam geſchürt und damit fortgefahren bis ſämmtliche Kapſeln rothglühen. Man erſieht aus Proben, welche auch in Kapſeln in den Ofen geſetzt werden, wie weit das Brennen des Geſchirres vorgerückt iſt; durch Seitenöffnungen werden dieſe herausgenommen. Ungefähr nach 40ſtündigem Schüren iſt der Brand vollendet; man läßt dann den Ofen langſam erkalten und nimmt die gebrannte Waare heraus.

In dieſem Zuſtande iſt das Geſchirr zwar feſt, aber porös und auf der Oberfläche matt; es muß nun glaſirt werden. Die Glaſur iſt ein Glas aus Kieſelerde, Kali oder Natron und Bleioxyd zuſammengeſetzt. Man verändert das Miſchungsverhältniß dieſer Subſtanzen nach der Beſchaffenheit der Waare, für welche ſie beſtimmt iſt.

Das Bleioxyd, welches man anwendet, iſt gewöhnlich Mennig oder Bleiüberoxydul; in der Hitze wird dieſes in Oxyd verwandelt. Es wird das Glas hierdurch leichtflüſſiger und erhält mehr Glanz; nimmt man aber zu viel davon, ſo wird die Glaſur gelblich, weich und widerſteht dann nicht den Säuren und dem heißen Fette; in dieſem Fall kann ſie ſchädlich werden. Wenn das Bleioxyd nur in geringerer Menge ſich darin befindet, ſo iſt die Glaſur durchſcheinend farblos, hart, und kann der Geſundheit nicht nachtheilig ſeyn. Die Glaſurbeſtandtheile werden entweder im Brennofen ſelbſt oder in einem beſondern Ofen zu Glas geſchmolzen. Dieſes Glas wird nachher pulveriſirt und ſehr fein gemahlen. Man ſchlämmt dieſes Pulver im Waſſer auf mittelſt Zuſatz von etwas Thon und durch beſtändiges Umrühren. In dieſen dünnen Glaſurſchlamm werden die gebrannten Stücke einen Augenblick eingetaucht; da ſie ganz trocken und porös ſind, ſo abſorbiren ſie das Waſſer augenblicklich und es bleibt eine Decke von Glaſurpulver daran hängen; die noch leeren Stellen, an welchen das Geſchirr gehalten wurde, werden nachher mittelſt eines Pinſels mit Glaſur bedeckt. Dieſe Waare kommt nun in neue Kapſeln, in welchen die einzelnen Stücke von einander iſolirt werden müſſen, um das Zuſammenkleben zu verhüten. Zu dem Endzweck ſind die Kapſeln mit gleich weit von einander entfernten Löchern verſehen, die nach drei ſenkrechten Linien geordnet ſind; in jedes Loch ſteckt man einen kleinen Nagel oder eine dreieckige Pyramide von Fayence, welche in der Kapſel über die Seitenwand derſelben hervorragt. Auf der ſcharfen Kante dieſer Nägel ruhen die flachen Gegenſtände, welche gebrannt werden ſollen. Die drei Spitzen, welche ſie berühren, ſind ſo klein, daß ſie kaum bemerkt werden; dem ungeachtet aber ſind doch auf den Fayencetellern drei Punkte, ungefähr gleichweit von einander entfernt, ſichtbar, an welchen die Glaſur verletzt worden zu ſeyn ſcheint.

Die Kapſeln ſind ſelbſt innen mit einer bleihaltigen Glaſur verſehen, damit die Teller und andere glaſirte Gegenſtände nicht einen Theil ihrer Glaſur an dieſelben ab-

geben können. Die Tellerkapſeln nehmen ungefähr ein Duzzend Teller auf.

Der Ofen, in welchem die Glaſur eingebrannt wird, iſt kleiner als der eigentliche Fayenceofen, und hat nie mehr als ſechs Schürlöcher; man feuert hiebei nicht ſo ſtark als beim Verglühen.

1504. Pfeifen. Die gewöhnlichen thönernen Pfeifen oder ſogenannten kölniſchen Pfeifen ſind von derſelben Maſſe, von der auch das feine Fayence bereitet wird; ſie ſind nur weniger ſtark gebrannt und haben gewöhnlich gar keine Glaſur. Die Pfeifenerde muß demnach ein plaſtiſcher Thon ſeyn, der weiß und fein iſt, ſich leicht arbeiten läßt und ſich nicht rothbrennt. Es muß dieſer Thon geſchlämmt und nachher tüchtig geſchlagen und fein zertheilt werden; zuletzt wird er äußerſt ſorgfältig getreten oder durch einander geknetet. Man fügt weder Sand noch Kieſel hinzu, ſondern nur geſtoßene alte Pfeifen, die ſchon gebrannt worden ſind.

Um die Pfeifen zu formen macht man einen langen dünnen Wulſt aus der Maſſe, ungefähr von der Größe eines Pfeifenſtiels; dieſen durchbohrt man, nachdem ſie etwas feſt geworden ſind mit einem Eiſendraht. Das eine Ende, welches den Kopf geben ſoll, bildet man ganz roh mit den Händen und drückt es nebſt der Röhre in eine kupferne mit Fett beſtrichene Form, welche man hierauf verſchließt und unter eine Preſſe bringt. Es wird nun der Kopf mit dem Finger und zuletzt mit einem eiſernen Kegel ausgehöhlt und alle überflüſſige Thonerde herausgedrückt, während die Pfeife noch immer in der Form ſteckt und dieſe unter der Preſſe iſt. Nun wird die Pfeife aus der Form genommen, mit der Hand gerade gerichtet, und mit einem Stück Horn und zuletzt mit einem Glättſtein aus Achat polirt. Die fertigen Pfeifen werden auf Brettern getrocknet.

Die Pfeifen werden faſt wie das Fayence in demſelben Ofen gebrannt. Man ſtellt ſie in zylindriſche Kapſeln, die gut verſtrichen werden; ſie ſind darin mit dem Kopf nach unten pyramidenförmig aneinander gereiht und lehnen ſich an einen mit Rinnen verſehenen hohlen Kegel (chandelier), der von unten bis in die Mitte der Kapſel ſich erhebt.

Iſt der Pfeifenthon etwas eiſenhaltig, ſo werden die Pfeifen beim Brennen röthlich. Um dieſen Fehler zu verbeſſern muß man das Eiſenoxyd in Oxydul verwandeln und dieß geſchieht auf folgende Weiſe. Sind die Pfeifen im Ofen, ſo verſchließt man alle obere Öffnungen und raucht ſie an; hierauf werden ſie roth geglüht. Man wiederhohlt dieſe Operation während des Brennens alle Stunden und erhält ſo die Pfeifen ſehr ſchön weiß.

Da die Pfeifen keine Glaſur haben und wenig gebrannt ſind, ſo hängen ſie ſich leicht an die Zunge oder an die Lippen und ſchmutzen ſchnell. Durch eine Art Firniß, womit ſie überzogen werden, vermeidet man dieſen Übelſtand. Man macht ein Gemenge von Seife, weißem Wachs und arabiſchem Gummi mit Waſſer an, ſchmelzt es in der Wärme und taucht die Pfeifen hinein, die man hierauf mit einem wollenen Lappen reibt; ſie erhalten dadurch einen Glanz, der ihnen ein ſchöneres Anſehen giebt und ihren Werth ſteigert.

Gemeines Fayence. (Faïences communes.)

1505. Die Maſſe desſelben iſt gewöhnlich porös, roth oder gelblich und die Glaſur entweder gefärbt oder undurchſichtig weiß. Sie wird häufig aus eiſenhaltigem oder kalkigem Thon und eiſenſchüſſigem Sand gemengt, der ſelbſt manchmal etwas Thon und kalkhaltig iſt. Der angewendete Thon iſt bald blau, bald roth, bald grünlich und kalkig; es iſt eine Art Mergel, oder in manchen Fabriken fügt man demſelben erſt Mergel hinzu. Es ſcheint, daß das Email durch ſeine Leichtflüſſigkeit auch leichter ſchmelzt und deshalb eher anhaftet. Die zugeſetzte Mergelmenge kann bis auf 20 Prozent ſteigen, ohne nachtheilig zu werden. Dieſe Stoffe werden nie gemahlen, ſondern nur geſchlämmt. In jeder Fabrik miſcht man die Beſtandtheile in andern Verhältniſſen; im Durchſchnitt nimmt man gewöhnlich drei Fünftel Thon oder Mergel und zwei Fünftel Sand.

Bisweilen treibt man die Maſſe durch ein Sieb, dickt ſie aber nicht wie die feine Fayencemaſſe mittelſt Feuer ein, ſondern läßt ſie in Gräben, welche im Boden angebracht ſind,

längere Zeit ſtehen; die Maſſe ſetzt ſich darin ab, und das Waſſer läßt man durch Seitenöffnungen ablaufen.

Der Ofen, in welchem das gemeine Fayence gebrannt wird, beſteht aus zwei über einahder befindlichen gewölbten Etagen; die untere iſt ſehr niedrig, und hat auf der einen Seite eine Öffnung, die als Schürloch dient. Das Gewölbe deſſelben iſt mit Feuerkanälen verſehen. Die obere Etage iſt größer und in ſie werden die Fayencegeſchirre durch eine Seitenthüre eingeſetzt, die nach dem Füllen des Ofens zugemauert wird; auch dieſe zweite Etage endigt ſich in ein Gewölbe, in welchem ſich Zuglöcher befinden. Die rohen Stücke werden in den obern Theil des Ofens geſetzt, aber die glaſirten in den untern; man ſtellt ſie ebenfalls in Kapſeln. In die untere Etage wird gar kein rohes Geſchirr geſtellt. Man ſetzt die Stücke zuweilen ganz bloß über einander auf achteckige Platten von gebranntem Thon, die ſich wieder auf Pfeiler von derſelben Natur ſtützen.

Sobald die Stücke auf dieſe Weiſe in den Ofen geſtellt ſind, mauert man den Ofen mit Backſteinen zu und zündet das Feuer im untern Gewölbe an; die Flamme ſchlägt durch die Zuglöcher, und zirkulirt zwiſchen dem eingeſetzten Geſchirr. Sobald dieſes anfängt rothzuglühen, wirft man kein Holz mehr unter das Gewölbe, ſondern ſchichtet es queer auf die Öffnung, durch welche man es hineinwarf und zwar nach Art einer Böſchung. Die Hitze nimmt nun außerordentlich ſchnell zu und das Geſchirr iſt nach Verlauf von dreißig oder ſechs und dreißig Stunden gar gebrannt. Man nimmt die Stücke aus dem Ofen; die roh eingeſetzten ſind verglüht und die glaſirten können nun in den Handel geliefert werden. Die verglühte Waare wird wie gewöhnlich mit Glaſur verſehen; dieſe beſteht aus weißem Email. Man bereitet ſie in Fabriken durch Zuſammenſchmelzen von Blei und Zinn, welche Legirung nachher in einem kleinen Flammofen in Oxyd verwandelt wird. Die Miſchungsverhältniſſe variiren; für das ganz ordinäre Fayence nimmt man 14 Thl. Zinn auf 100 Thl. Blei; für die feinen Waaren 20—25 Zinn auf 100 Blei. Das erhaltene Oxyd ſchmilzt man mit einer Fritte aus weißem Sand und Sodaſalz zuſammen.

Dieſe Fritte bereitet man in der untern Etage des Fayenceofens, während die Waare gebrannt wird; auf 100 Sand nimmt man 10—12 Sodaſalz. Man hat die Erfahrung gemacht, daß ſie weißer wird, wenn man ſie nach dem erſten Glühen mit einer Kochſalzauflöſung befeuchtet und noch einmal ins Feuer bringt. Iſt die Fritte fertig, ſo mengt man ſie zu gleichen Theilen mit dem Oxyd und ſchmelzt Alles in der untern Etage des Fayenceofens. Man glüht das Gemenge in einer Art von Keſſel, der aus den Stoffen, woraus die Fritte zuſammengeſetzt wird, beſteht. Auf dieſe Weiſe glüht man die Wände dieſer keſſelartigen Vertiefung zugleich und erhält die Fritte, während der Inhalt Email liefert. Das erhaltene Email wird mit Waſſer gemahlen und dann durch die gewöhnlichen Methoden auf der verglühten Waare applizirt.

Wie bereits erwähnt worden, iſt das ordinäre Fayence röthlich oder gelblich, außerdem iſt es aber auch grob und porös; es verträgt den ſchnellen Temperaturwechſel ziemlich gut, vorzüglich wenn man der Maſſe ſehr feines Cäment von derſelben Art oder viel feinen Sand zuſetzt.

Dieſe Art von Fayence iſt faſt immer ſchmelzbar in hoher Temperatur, und wenn es viel Eiſen und Kalk enthält, ſo ſchmilzt es ſchon bei niedrigern Hitzgraden, oder bläht ſich wenigſtens auf. Waare von ſo geringer Qualität erfordert eine ſehr leichtflüſſige Glaſur. Iſt aber dieſes Fayence gut bereitet, ſo iſt es ziemlich ſchön, vorzüglich wenn es nicht zu dick iſt. Von Säuren und Fett wird es nicht angegriffen, allein es behält das ſchöne Anſehen gewöhnlich nicht lange, weil die ziemlich dicke Glaſurdecke bei ſchnellem Temperaturwechſel leicht Riſſe bekommt, in welche ſich das Fett hineinzieht und den Speiſen, die man nachher darin zubereitet, einen unangenehmen Geſchmack ertheilt; zuletzt ſpringt die Glaſur ab und die rothe Maſſe iſt nun ſtellenweiſe unbedeckt, was mit der Weiße der Stücke übel kontraſtirt.

1506. Das gewöhnliche Töpfergeſchirr oder das ſogenannte irdene Geſchirr mit brauner, gelber oder grüner Glaſur iſt unter allen Töpferwaaren die ſchlechteſte; die Maſſe iſt grob, porös und zerbrechlich und die Glaſur iſt ſelbſt zu-

weilen ſchädlich; ſie beſteht faſt ganz aus geſchmolzenem Bleioxyd, dem zuweilen Kupferoxyd oder Manganoxyd beigemiſcht wird. Läßt man in alſo glaſirten Gefäßen ſaure Speiſen ſtehen, oder erhitzt man das Fett ſtark in denſelben, ſo wird die Glaſur angegriffen und das Blei theilt ſich den Speiſen mit, die natürlich dadurch ſehr ſchädlich werden.

Es iſt dieß mithin eine ſehr nachtheilige Eigenſchaft dieſes Geſchirres; die Vortheile, die es darbietet, ſind ſeine außerordentliche Wohlfeilheit und ſeine Feuerbeſtändigkeit, vermöge welcher es einen ziemlich ſchnellen Temperaturwechſel, ohne zu zerſpringen, aushalten kann; der erſtere Vortheil entſpringt aus dem geringern Verbrauch von Brennmaterial wegen der Leichtflüſſigkeit der Glaſur.

Die Zubereitung und Anwendung der Glaſur erfordert keine beſondere Sorgfalt. Man nimmt Bleiglätte oder Schwefelblei (Bleiglanz), welche eine durchſichtige ſchmutzig gelbe Glaſur geben; zuweilen färbt man ſie durch Manganoxyd oder Eiſenoxyd braun; Kupferoxyd ertheilt ihr dagegen eine grüne Farbe. Man reibt die Glaſurmaſſe ſehr fein ab, rührt ſie im Waſſer an, worin ſie ſuspendirt erhalten wird und taucht dann die Stücke hinein.

Die Töpfer verfahren bei dem ganz ordinären Geſchirr noch einfacher aber minder zweckmäßig. Sie laſſen die Waare trocknen und ehe ſie noch ins Feuer kommt, taucht man ſie in Waſſer, welches etwas Thon enthält; der Thon haftet auf der Oberfläche des Geſchirrs und jetzt wird die Glaſur darauf geſiebt und eingebrannt. Das Brennen der Maſſe und Einbrennen der Glaſur wird ſo durch ein Feuer bewirkt. Dieß Verfahren iſt zwar ſehr ökonomiſch, allein die Stücke ſind oft fehlerhaft. *)

*) Die Bleiglaſur iſt vorzüglich dann nur ſchädlich, wenn man verhältnißmäßig zu viel Bleioxyd dazu genommen, ſo daß dieſes nicht durch die Kieſelſäure geſättigt werden kann, mithin alſo freies Bleioxyd in der Glaſur vorhanden iſt, was leicht durch die Pflanzenſäuren der Speiſen aufgelöſt werden kann. Dieſer Fall tritt jedoch nicht ein, wenn die Glaſur neutrales kieſelſaures Blei enthält. Gewöhnlich mengen die Töpfer Bleiglätte und Thon in dem Verhältniß wie 5 zu 3, mahlen das Gemenge ſehr fein und appliziren nun das im Waſſer aufgeſchlämmte Pulver auf das lufttrockne Geſchirr. Um dem Nachtheil, welchen die unvorſichtige Anwendung des Bleioxyds zur Glaſur

1507. **Rothes Töpfergeſchirr.** Es iſt dieſes gemeines Fayence ohne Glaſur und verhält ſich zum glaſirten ordinären Fayence ungefähr, wie die Pfeifen zum feinen Fayence. Da nun die Beſchaffenheit der hierzu anwendbaren Erde ſehr verſchieden ſeyn kann, ſo begreift man auch ſehr verſchiedenartige Gegenſtände unter dieſem Namen. Man rechnet hierzu die meiſten Blumentöpfe, viele kleine Schüſſeln und anderes ordinäres, unglaſirtes Geſchirr, auch Gefäße von feinerer Maſſe, und endlich die berühmten etruriſchen Vaſen. Dieſe Art Töpfergeſchirr, die noch ſehr unvollkommen iſt, wird aus einem eiſenhaltigen Thon bereitet, der durch eine erforderliche Menge Sand oder Cäment von der nämlichen Waare ſeiner fetten Eigenſchaft beraubt worden iſt. In Sèvres verfertigt man ziemlich hübſches und leichtes Geſchirr aus Thon von Arcueil und Sand. Zuwei-

---

mit ſich bringen kann, zu begegnen, ſchlug man verſchiedene bleifreie Glaſuren vor, die aber meiſt nicht ſo wohlfeil und nicht ſo leichtflüſſig als die Bleiglaſur ſind. Als Flusmittel giebt man dieſen Glaſuren Kali, Natron, Kalk, Borax oder Flußſpath bei und verbindet ſie mit Kieſel oder Thon. Solche bleifreie Glaſuren erhält man durch Zuſammenſchmelzen von 5 calcinirtem kohlenſ. Natron und 9 Sand — von 4 geſchlämmtem Lehm und 2 Flußſpathpulver ꝛc. Ganz neuerdings hat der Hofhafner Leibl in München eine bleifreie Glaſur erfunden, deren Einführung von Seite der Regierung in Bayern dringend empfohlen ward.

Man bereitet dieſe Glaſur auf folgende Weiſe: 100 Theile konzentrirte Waſſerglasauflöſung (1402) von der Konſiſtenz eines dünnen Syrups wird mit einem Quantum Kalkmilch gemengt, welches 5—6 Theile Kalk enthält, und dann unter beſtändigem Umrühren zur Trockne abgedampft. Man erhält ſo ein grobes, zerreibliches Pulver, das gemahlen und geſiebt die Hauptmaſſe der Glaſur bildet. Die Geſchirre werden nun in Waſſerglasauflöſung getaucht und dann jene Glaſurmaſſe, beſtehend aus Kali, Kalk und Kieſelerde, darauf geſiebt. Iſt die Glaſurmaſſe eingetrocknet, ſo wird aufs neue Waſſerglasauflöſung darüber gegoſſen, wodurch der Überzug nach dem Trocknen ſo feſt wird, daß er nicht mit der Hand abgerieben werden kann. Die ſo zubereiteten Geſchirre werden nun gebrannt und bedürfen kein ſtärkeres Feuer als die mit gewöhnlicher Bleiglaſur verſehenen. Einfacher und weniger umſtändlich verfährt man, wenn man ſtatt der oben bezeichneten Glaſurmaſſe ein leichtflüſſiges Glas aus 100 Quarzpulver, 80 gereinigter Pottaſche, 10 Salpeter und 20 gelöſchtem Kalk ſchmelzt, pulveriſirt und mit Waſſerglasauflöſung aufträgt und einbrennt. Dieſe Glaſur iſt ſehr haltbar und widerſteht nicht nur den vegetabiliſchen, ſondern auch den mineraliſchen Säuren faſt eben ſo wie gewöhnliches Glas. A. u. E.

len ſchlämmt man die Erde nur oberflächlich und mahlt dann die Maſſe auf der Mühle. *)

Werden die Gefäße aus rothem Thon zu Blumentöpfen beſtimmt, ſo überzieht man ſie noch mit einer bleihaltigen Glaſur, damit das Waſſer nicht durch die poröſe Maſſe ſchwitze. Auf der Außenſeite ſind ſie unglaſirt; häufig werden ſie auch nach Art der hetruriſchen Gefäße mit ſchwarzen oder weißen Malereien verſehen. Die Farben werden im Feuer eingebrannt. Die hetruriſchen Vaſen, die hinſichtlich ihrer edlen Form und der geſchmackvollen, darauf befindlichen Figuren berühmt ſind, wurden auf dieſe Weiſe verfertigt.

1508. Alcarazzas. In mehreren warmen Ländern der alten Welt wendet man, um das Waſſer kühl zu erhalten, poröſe Gefäße an, in welchen man dieſe Flüſſigkeit aufbewahrt; es ſickert nach und nach durch die zahlreichen feinen Poren und verdampft dann ſchnell an der Luft. Durch die beſtändige Verdunſtung wird die Temperatur des Waſſers um vier bis fünf Grade erniedrigt, wenn die der Luft 20—24° iſt. Man kennt dieſe Gefäße in Spanien unter dem Namen Alcarazzas. Sie werden aus grobem ſehr poröſem Fayence verfertigt, und unglaſirt nur ſchwach gebrannt. Das einfach verglühte Porzellan läßt ebenſo wie die Alcarazzas das Waſſer durchſickern und hält es friſch ohne ihm einen widrigen Geſchmack zu ertheilen. Dieſe Abkühlung kann bis zu fünf Grad unter die Temperatur gehen, welche das Waſſer anfangs hatte.

Dieſe Gefäße müſſen demnach aus einem guten Thon bereitet werden, dem viel Sand beigegeben wird, um ihn porös zu machen. Durch ſchwaches Brennen des Thons erreicht man denſelben Zweck, ſo wie auch durch Beimiſchen von Kohle, die während des Brennens verzehrt wird und eine poröſe Thonmaſſe zurückläßt.

---

*) Aus ſolche Weiſe werden auch die Zuckerformen verfertigt; der Thon muß fein und gut ſeyn; die Maſſe wird ohne Glaſur ſtark gebrannt. A. u. E.

Schmelztiegel. (Creusets.)

1509. Schmelztiegel nennt man überhaupt ſolche Gefäße, in welchen man gewiſſe Subſtanzen einer hohen Temperatur ausſetzen will. Es giebt auch metallne Schmelztiegel, die man zuweilen nöthig hat, hier aber ſoll nur von den Thonſchmelztiegeln die Rede ſeyn; nach ihrem Gebrauche theilt man dieſe in verſchiedene Arten ein. Berühmt und von vorzüglicher Qualität ſind diejenigen Tiegel, welche Graphit in ihrer Maſſe haben; ſie vertragen eine hohe Temperatur, ohne zu ſchmelzen, reißen im Feuer nicht und widerſtehen der Einwirkung vieler Subſtanzen.

Unter den Tiegeln, welche blos aus Thon beſtehen, ſind die Porzellantiegel undurchdringlich, allein ſie zerſpringen leicht im Feuer. Andere dagegen und zwar die meiſten beſitzen dieſe Eigenſchaft nicht, ſind dagegen aber porös; von grober Maſſe und halten den Temperaturwechſel ſehr gut aus.

Die porösen Tiegel laſſen zwar das Waſſer durch, allein dieß ſchadet nicht, denn gewöhnlich ſind ſie nicht zur Aufnahme wäßriger Flüſſigkeiten beſtimmt; ſehr hinderlich iſt es jedoch in vielen Fällen, daß ſolche Tiegel beinahe alle in dem feurigen Fluß befindlichen Salze durchlaſſen. So fließen z. B. der Salpeter und das Kochſalz durch, während dieß bei Metallen und andern Produkten, die im Feuer unſchmelzbar ſind, nicht der Fall iſt. Die poröſen Schmelztiegel eignen ſich am beſten für die beiden Fälle, weil ſie die meiſte Hitze ſowie den ſchnellſten Temperaturwechſel vertragen, ohne zu berſten. In den Laboratorien wendet man gewöhnlich die ſo berühmten heſſiſchen Tiegel an, die als Grundtypus der poröſen Tiegel gelten können; es giebt deren dreieckige und runde kegelförmige. Nach Berthier enthalten ſie: Kieſelerde 709, Thonerde 248, Eiſenoxyd 38 nebſt einer Spur von Magneſia.

Man fabrizirt ſie in Großalmerode in Heſſen aus feuerfeſtem, thonerdereichem Thon, welchem man viel Quarzſand beimengt und nachher brennt. Sie ſind ſehr feuerbeſtändig und vertragen ohne zu berſten den ſchnellen Temperaturwechſel; allein der große Kieſelerdegehalt verurſacht,

daß ſie von der Bleiglätte und andern leicht ſchmelzbaren Metalloxyden angegriffen werden. Andrerſeits eignen ſie ſich wegen ihres groben Korns nicht ſonderlich zu Operationen, wo es darauf ankommt die Produkte ſorgfältig zu ſammeln, wie dieß z. B. bei edlen Metallen der Fall iſt. Sie ſind klingend, nicht dick, ziemlich feſt und halten deshalb den Transport leicht aus. Die kleinen heſſiſchen Tiegel können rothglühend in kaltes Waſſer geworfen werden, ohne zu berſten. *) Seit einigen Jahren fabrizirt Beaufaye in Paris treffliche Schmelztiegel, die Berthier ebenfalls analyſirte. Sie enthalten: Kieſelerde 646, Thonerde 344 und Eiſenoxyd 10.

Dieſe Schmelztiegel werden aus Thon von Audennes bei Namür gemacht, der nur mit Cäment von derſelben Maſſe ohne Zuthat von Sand verſetzt wird. Die Tiegel ſind außen mit einer dünnen Lage von rohem, reinen Thon überzogen, wodurch die Oberfläche mehr Glätte erhält. Obgleich dieſe Tiegelmaſſe ſehr dicht iſt, ſo kann ſie doch leicht den ſchnellen Wechſel der Temperatur vertragen, und iſt auch feuerbeſtändiger als die heſſiſche. Da ſie auch weniger Kieſelerde als dieſe enthält, ſo werden die Tiegel von Beaufaye auch weniger vom geſchmolzenen Bleioxyd angegriffen. In mancherlei Beziehung ſind alſo dieſelben den heſſiſchen vorzuziehen, allein ſie ſind nicht ſo feſt als dieſe und halten deshalb den Transport weniger aus.

Die Tiegelmaſſe wird gewöhnlich aus rohem und aus gebranntem Thon verfertigt, der erſtere bindet und der zweite dient als Cäment. Der gebrannte feuerfeſte Thon wird gröblich zerſtoßen oder zwiſchen zwei vertikal laufenden Steinen zerdrückt und dann geſiebt. Für die großen Tiegel dürfen die Cämentkörner höchſtens eine Linie und für die kleine eine halbe Linie im Durchmeſſer haben. Der rohe Thon wird durch Sieben und Schlämmen von den fremdartigen Körpern geſchieden. Man mengt dann drei Theile gebrannten und einen Theil rohen Thon wohl durch einander, entweder auf einer Mühle oder durch Treten.

---

*) Neuerdings werden in Elwangen (Würtemberg) Schmelztiegel verfertigt, welche den heſſiſchen an Güte gleich kommen ſollen. A. u. E.

Der Cämentzuſatz verhindert das Reißen der Tiegel während des Trocknens oder Brennens, ſo wie er auch gegen das Zerſpringen bei Temperaturwechſel ſchützt. Es iſt dieß überhaupt eine Eigenſchaft der poröſen Maſſe. Das Cäment kann auch durch gröblich zerſtoßene Koke oder Tiegelſcherben und durch geſiebten Sand erſetzt werden; zuweilen wendet man rohen und gebrannten Thon nebſt Tiegelſcherben zugleich an.

Das Formen der Tiegel iſt ſehr einfach. Man nimmt ein glatt abgedrehtes Formholz (Dorn), beſtäubt es mit feinem Thonpulver und formt die Tiegel über demſelben. Der flache Boden wird durch einige Schläge mit einem hölzernen Spatel gebildet. Sind die gefertigten halb trocken, ſo ſteckt man den Dorn aufs Neue hinein, ſchlägt ſie mit dem Spatel noch feſter und läßt ſie dann langſam austrocknen.

Für kleine Schmelztiegel wendet man Meſſingformen an. Man drückt einen Klumpen Thon in die hohle Form und preßt nun mittelſt eines Preßſtockes den mit hervorſtehenden Rändern verſehenen Dorn in denſelben hinein. Der Dorn bildet nun den innern, hohlen Theil des Tiegels und drückt die überflüſſige Thonmaſſe neben heraus, indem dann der geformte Tiegel den Raum zwiſchen der hohlen Form und dem Dorn ausfüllt. Unten an der Form befindet ſich eine bewegliche koniſche Scheibe, die den Boden desſelben bildet; will man den geformten Tiegel herausnehmen, ſo drückt man nur den mobilen Boden der Form nach innen in die Höhe, ſo bald der Dorn herausgezogen iſt. Die Tiegel, welche man in der Münze zu Paris anwendet, werden auf dieſe Weiſe gemacht; man nimmt zwei Theile gebrannten, pulveriſirten und einen Theil friſchen Thon von Forges dazu. Große Tiegel laſſen ſich nicht wohl auf dieſe Art formen; das in der Maſſe enthaltene Waſſer ſondert ſich hier und da aus und verurſacht dann Blaſen. Es iſt auch ſchwierig die Tiegel unverletzt aus der Form zu bringen, da ſie ſehr feſt in dieſelbe hineingepreßt werden. *)

*) Große Tiegel werden dennoch auf dieſe Weiſe in England zur Fabrikation des Gußſtahls verfertigt. Die Formen ſind den oben beſchriebenen ganz

Man kann auch die Tiegel in Gypsformen nach Camerons Angabe gießen. Zu dem Endzweck macht man den Thon mit Waſſer zu einem dünnen Brei an, und läßt dieſen durch ein Sieb laufen. Von dem ſich aus der Flüſſigkeit abſetzenden Thon wird das Waſſer abgegoſſen und zu 17 Thl. des erſteren fügt man 7 Thl. Sand oder Cäment. Mit dieſem Brei füllt man trockne Gypsformen und läßt denſelben ½ Stunde darin; hierauf gießt man die rückſtändige Flüſſigkeit ab, läßt die an der Form ſich abgeſetzte Thonrinde trocknen und wiederhohlt dieſelbe Operation noch ein oder zweimal, je nachdem man den Tiegel dicker haben will. Iſt der Tiegel trocken genug, ſo nimmt man ihn aus der Form, und trocknet dieſe wieder, um ſie aufs Neue gebrauchen zu können.

Um ganz große Tiegel herzuſtellen, formt man Thonzylinder und höhlt dieſe dann aus. Sind die Tiegel trocken, ſo brennt man ſie gleich dem andern Thongeſchirr im Töpferofen, ohne ſie übrigens ſo ſtark zu glühen, daß ſie auf der Oberfläche verglaſen, weil ſie dadurch leichter im Feuer reißen. Es genügt ſchon, wenn ſie ſo feſt ſind, daß ſie den Transport aushalten können, denn ſie brennen ſich ſpäter bei ihrem Gebrauche von ſelbſt feſter.

Die feſten Tiegel können feuerbeſtändig und undurchdringlich ſeyn, ſind aber dann gewöhnlich dem Zerſpringen unterworfen, wenn ſie erkalten. Man verfertigt ſie aus ſehr fein pulveriſirtem feuerfeſten, gebrannten Thon (Cäment) und etwas friſchem Thon. Ein Gemenge von 2 Thl. feuerfeſtem Cäment und 1 Thl. friſchem Thon von derſelben Beſchaffenheit giebt feſte Tiegel. *) Der Thon von Saveignies bei Beauvais giebt ohne Sand oder Cäment ſchon allein ſehr feſte Tiegel, wenn man ſie ſo ſtark brennt, daß ſie zu verglaſen anfangen.

ähnlich, nur mit dem Unterſchied, daß der Dorn unten in eine Spitze ſich endigt, die in eine, im Zentrum des Bodens der Form befindliche Öffnung paßt. Es wird dadurch eine zentrale Stellung des Dorns in der Form bedingt, wodurch auch die Tiegelwände gleich dick werden müſſen. A. u. E.

*) Nach demſelben Grundſatze werden auch die Glashäfen verfertigt. (S. Anmerkung zu §. 1451.) A. u. E.

Dieſe Tiegel ſind nicht beſonders feuerfeſt; ſie müſſen ſowohl beim Erhitzen als beim Abkühlen ſehr vorſichtig behandelt werden, da ſie bei etwas raſchem Temperaturwechſel ſehr leicht ſpringen; ſie laſſen übrigens diejenigen Körper, welche im feurigen Fluſſe am Thon adhäriren, nicht ſo leicht durchdringen. *)

Ziegel, Söllerſteine und andere gebrannte Thonwaare. (Des tuiles, des carreaux etc.)

1510. Die Ziegel und Söllerſteine können aus jeder Art von Thon gemacht werden. Man hat weder eine feine Maſſe, noch einen feuerfeſten Thon nöthig, es können alſo zu dieſem Behufe ſehr verſchiedene Erden genommen werden.

Um den Thon zuzubereiten, bringt man ihn in eine hölzerne Kufe, in welcher ſich eine ſenkrechte Achſe befindet, die mit Armen verſehen iſt, welche in einer Spirallienie angebracht ſind. Dieſe Arme haben Meſſer, die parallel der Achſe ſtehen. Durch ein Pferd wird die Achſe in Bewegung geſetzt und der Thon in Stücke zerſchnitten und mit Waſſer eingerührt. Aus einer Seitenöffnung läßt man die Maſſe ſodann heraus, und tritt ſie; ſie wird nachher in kleineren Platten geformt und dem Former zugelangt. **) Dieſer formt die Ziegel in hölzernen aus 4 Leiſten zuſammengeſetzten Rahmen, an welchen die eine Seite ausgeſchweift iſt, und auf deren Boden, der Rundung gegenüber, eine Vertiefung ſich befindet, die den Hacken oder die Naſe des Ziegels bildet. Die Form iſt innen ſtets größer als der Ziegel werden ſoll, weil der Thon beim Brennen ſchwindet. Mit

---

*) Die berühmten Graphittiegel, die ſowohl ihrer Dauerhaftigkeit, als ihrer Feuerbeſtändigkeit wegen von allgemein anerkannter Güte ſind, werden in Hafnerszell bei Paſſau aus einem Gemenge von feuerfeſtem Thon und Graphit verfertigt und von da in die entfernteſten Länder verſendet. A. u. E.

**) In Deutſchland wird der Ziegelthon nur eingeſumpft und nach längerem Weilen im Sumpfe tüchtig durch einander getreten und daraus die fremdartigen Körper, wie Wurzeln, Steine ꝛc. geſondert; im Fall er zu fett ſeyn ſollte, ſo mengt man ihm Sand bei, ſehr häufig aber findet man die Ziegelmaſſe ſchon in der Natur von gehöriger Beſchaffenheit als Lehm. A. u. E.

dem Streichholze fährt man über die in die Form eingedrückte Maſſe hin, um den überflüſſigen Thon zu entfernen. Die fertigen Ziegel werden nun in die Ziegelſcheune auf Bretter zum Trocknen gebracht. Haben ſie die nöthige Feſtigkeit erlangt, ſo nimmt ſie ein Arbeiter, ſchlägt ſie nach einander auf die Fläche und auf die Kante und ſtellt ſie dann auf die letztere, damit ſie noch beſſer austrocknen, und weniger Raum einnehmen.

Auf gleiche Weiſe verfährt man bei Verfertigung der Söllerſteine; um aber die Seiten derſelben recht gleich und die Kanten ſcharf zu machen, beſchneidet man ſie, nachdem ſie geformt und faſt ganz trocken ſind, mit einer hölzernen an den Ränden mit eiſernen Meſſern verſehenen Form.

Die Ziegel und Söllerſteine werden in viereckigen Öfen gebrannt, welche aber mit einem gedrückten Bogengewölbe bedeckt ſind, in dem ſich die Zuglöcher befinden. Die Schürlöcher ſind unten an einer Seite des Ofens angebracht. Dieſe Öfen ſind verſchieden eingerichtet; gewöhnlich werden die Ziegel auf einen roſtähnlichen Boden geſtellt, durch welchen die Flamme eindringt. Ein Ofen, welcher ſechzehen Tauſend Ziegel faßt, muß 48 Stdn. lang geſchürt werden, um ſie gar zu brennen; zum Abkühlen des Ofens ſind dann drei Tage nöthig.

Will man die Ziegel oder Söllerſteine eiſengrau oder ſchwärzlich haben, wie ſie in Holland gebräuchlich ſind, ſo raucht man ſie an; zu dieſem Behufe wirft man, nachdem ſie bereits gar gebrannt ſind und noch rothglühen in die Schürlöcher grünes, noch mit Blättern verſehenes Büſchelholz; man mauert dann alle Öffnungen des Feuerplatzes zu und bedeckt die Zuglöcher mit Backſteinen, auf welche man noch eine dicke Schicht feuchten Sandes wirft. Der Ofen wird erſt nach zehen Tagen aufgemacht und die Ziegel dann herausgenommen.

Da die Ziegel ihrer Poroſität wegen das Waſſer ſehr leicht einſaugen, und dann durch den Froſt leicht zerſtört werden, ſowie auch durch die Mooſe, welche gerne darauf wachſen, ſo hat man ſie gleichfalls glaſirt. Man hat vorzüglich in Holland das Glaſiren der Ziegel eingeführt und nimmt dazu

zwanzig Theile gemahlene Bleiglätte und drei Theile Manganüberoxyd, dem man im Waſſer zerrührten Thon zufügt, um daraus einen Brei anzumachen, der ſo dick iſt, daß eine kleine Thonkugel ſich nicht in denſelben einſenkt. Dieſe Miſchung gießt man auf die eine Fläche der rohen getrockneten Ziegel und ſtellt ſolche dann ſo in den Ofen, daß ſie einander mit der glaſirten Fläche nicht berühren und die heißeſten Stellen im Ofen einnehmen.

Backſteine. (Des briques.)

1511. Die Backſteine werden auf ſehr verſchiedene Weiſe benützt und es werden deshalb auch zu ihrer Bereitung verſchiedenartige Erden gebraucht. Bald werden die Backſteine ſtatt der gewöhnlichen Mauerſteine zum Bauen angewendet; in dieſem Falle brauchen ſie nur ſchwach gebrannt und von großer Maſſe zu ſeyn. In vielen andern Fällen werden ſie zur Konſtruktion der Eſſen gebraucht und müſſen dann von feuerfeſtem Thon ſeyn; ſie werden dann auch ſtärker gebrannt und müſſen möglichſt gegen Riſſe verwahrt werden. Ferner werden die Backſteine oft zu feuerfeſten Bauten verwendet und müſſen dann nicht nur eine hohe Temperatur aushalten können, ſondern müſſen auch der Einwirkung kräftiger Flußmittel widerſtehen.

Faſt überall findet man Thon, der ſich zur Anfertigung der Backſteine eignet. Im aufgeſchwemmten Lande, in welchem ſich keine Steine finden, kommt gerade dieſer Thon ſehr häufig vor. In Holland fiſcht man mit taſchenförmigen Netzen den Schlamm heraus, der ſich auf dem Grund der Yſſel befindet und verwendet ihn zu Backſteinen.

Der fette plaſtiſche Thon kann nicht allein zu Backſteinen angewendet werden, weil er ſich beim Trocknen und Brennen krumm zieht; übrigens braucht man auch nicht immer einen unſchmelzbaren Thon hierzu. Iſt der Thon zu fett, ſo muß er durch Zufügen von Sand magerer gemacht werden. Hat man einen nicht allzu kalkhaltigen oder zu eiſenhaltigen Thon, dem man kalkfreien Sand zugiebt, ſo erhält man Backſteine, die ziemlkch ſtark gebrannt werden dürfen, ohne zu ſchmelzen. Sie werden ſo hart, daß ſie am Stahle Feuer geben,

ſind ungemein dauerhaft und können deshalb auch allein nur zur Konſtruktion von Öfen gebraucht werden, die eine große Hitze auszuhalten haben; hierher ſind die burgunder Backſteine zu zählen, welche aus plaſtiſchem Thon verfertigt werden. Die gewöhnliche Dammerde oder die gemeine gelbe Mergelerde, die aus Sand, Kreide und Thon beſteht, dient an vielen Orten zur Verfertigung der Backſteine; allein dieſe Steine ſind porös, zerreiblich und von geringer Dauerhaftigkeit; ſie können auch keine hohe Temperatur vertragen, ohne zu ſchmelzen.

Die Backſteine, welche in London zu faſt allen Gebäuden angewendet werden, macht man immer am Bauplatze ſelbſt aus der dort befindlichen Erde und fügt geſiebte Steinkohlenaſche hinzu.

Iſt die Erde gegraben, ſo läßt man ſie gewöhnlich mehrere Monate lang an der Luft liegen und ſetzt ſie der Sonne und dem Regen und ſelbſt dem Froſte aus, ſo daß ſie tüchtig durchfriert. Vor dem Gebrauche wird ſie getreten, nachdem man ſie auf einem ebenen Boden gebracht und mit Waſſer angefeuchtet hat. Man wiederhohlt dieſe Operation zwei bis dreimal und der Thon iſt nun zum Formen fertig.

Die Formen ſind hölzerne Rechtecke, die nur aus ſenkrecht ſtehenden Brettchen zuſammengefügt ſind; bisweilen ſind dieſe ſo lang, daß man zwei Backſteine auf einmal darin formen kann, und dann durch eine Queerleiſte getrennt. Der Former beſtreut die Form mit Sand, und ſtellt ſie auf eine Tafel, die gleichfalls mit Sand beſtreut iſt, damit ſich der Thon nicht anhänge. In jede Form wird der weiche Thon hinein gepreßt und dann mit dem Streichholz der überflüſſige abgeſtrichen. Sobald der Backſtein fertig iſt, wird er vom Lehrling mit der Form weggetragen und auf den ebenen Boden der Ziegelſcheune geſtellt, welcher auch mit Sand beſtreut iſt. Das Formen geht ſehr ſchnell; ein tüchtiger Arbeiter kann mit Hülfe von Handlangern 9—10000 Backſteine in einem Tage formen.

Sobald die Backſteine ſo feſt geworden, daß ſie ſich vom Boden wegnehmen laſſen, ohne ihre Form zu verlieren, bringt man ſie auf die über einander aufgeſtellten Bretter,

wo ſie nach und nach gänzlich austrocknen. Zu ſchnelles Austrocknen ſchadet den Steinen, der Regen aber noch mehr, weshalb man beides zu vermeiden ſuchen muß. *) Man hält den Regen gewöhnlich durch darüber gelegte Strohmatten ab.

Der Brennofen, in welchem man die Steine mittelſt Steinkohle brennen will, wird ſelbſt aus ungebrannten Steinen aufgebaut und nur die Grundmauer deſſelben wird aus gebrannten Steinen aufgeführt. Er beſteht aus ſieben Grundſchichten; auf dieſe Baſis ſetzt man gewölbte, lang und parallel laufende Feuerkanäle. Alle Backſteine werde auf die hohe Kante geſtellt und jede neue Schicht kreuzt die untere unter einem rechten Winkel; auf die Grundmauer des Ofens, die aus gebrannten Steinen beſteht, werden rohe Backſteine geſetzt. Zwiſchen der ſechſten und ſiebenten Schicht wird eine Lage Steinkohlen ausgebreitet. Man bringt nun Feuer in die Schürkanäle und zündet das Holz an. Es wird hierauf der Ofen weiter aufgebaut, indem man neue Schichten Steine darauf ſetzt, und zwiſchen je drei ſolcher Schichten eine Lage Steinkohle ausbreitet. Die Wände des Ofens müſſen ſehr regelmäßig aufgeführt werden, damit ſie nicht zuſammenfallen können. Außen werden die Mauern mit Lehm überkleidet. Während nun der Ofen oben ausgebaut wird, werden ſchon die untern Schichten gebrannt.

Da ein ſolcher Ofen auf freiem Felde aufgeführt wird, ſo iſt er ſchwierig während des Brandes zu behandeln, da Windſtöße ihm ſehr ſchaden können. Man ſchützt ihn dagegen, indem man die Feuerkanäle, in welche das Holz zum Anzünden der Kohle gebracht wird, je nach Bedürfniß öffnet und ſchließt.

Die im Innern befindlichen Steine ſind ſtets mehr gebrannt als die äußern und da ſie auch mehr ſchwinden, ſo ſinkt der Ofen in der Mitte mehr zuſammen, als außen herum; der Ofenanrichter (enfourneur) ſchichtet daher, um

---

*) Der letztere Nachtheil kann nur dann Statt haben, wenn man im Freien auf dem Felde arbeitet; dieß iſt jedoch in Deutſchland ſelten der Fall, weil man die Ziegel- und Backſteine meiſtens in eigens dazu erbauten Ziegelſcheunen oder Hütten verfertigt. A. u. E.

ein Gleichgewicht herzuſtellen, anfangs ſchon die Mitte höher als die äußern Wände, und zwar dadurch, daß er die an der Mauer befindlichen Steine auf die breite Fläche legt und die innere auf die hohe Kante ſtellt. Ein ſolcher Ofen iſt gewöhnlich aus 400000 Steinen erbaut und bedarf 20—25 Tage zum Brennen.

Brennt man die Backſteine mit Holz, ſo liegen die Schürlöcher tiefer, und ſind gewöhnlich in den Boden niedergeſenkt; es ſind zwei bis drei gewölbte Kanäle. Das Gewölbe derſelben iſt mit 9 bis 12 Öffnungen verſehen, durch welche die Flamme nach oben in den Ofen zieht. Der Ofenraum ſelbſt bildet ein vierſeitiges Prisma; die Seitenmauern desſelben ſind maſſiv aus gebrannten Steinen aufgeführt. Bisweilen ſind die äußern Mauern doppelt und der Zwiſchenraum iſt mit verſchiedenen Körpern ausgefüllt. Es wird durch dieſe Einrichtung die Wärme beſſer zuſammengehalten. Der innere Ofenraum wird mit rohen getrockneten Steinen ausgefüllt, welche auf die hohe Kant geſtellt werden, indem man kleine Zwiſchenräume läßt, damit die Flamme beſſer durchziehen kann. Die Steine jeder Schicht kreuzen die der untern Schicht, und gewöhnlich läßt man die Steine ſelbſt 2—3 Fuß über die Mauer des Ofens hinausragen. Anfangs ſchürt man ſehr langſam und verſtärkt das Feuer nur allmählig, bis endlich die Schürlöcher hellroth glühen. Ein ſolcher Brand dauert nur 3—4 Tage.

In Holland brennt man die Backſteine mit Torf. Der Brennofen iſt ein gleichſeitiges Viereck aus 4 ſtarken, 2 Meter dicken Backſteinmauern aufgeführt. In einer Mauer iſt eine Thüre zum Einſetzen der Steine offen gelaſſen. Die zwei Seitenmauern, welche links und rechts von dieſer Thüre ſtehen, haben ſechs, acht oder auch zwölf Öffnungen an der Baſis, die einander gerade gegenüber angebracht ſind.

Auf den Grund des Ofens werden einige Schichten gebrannter Steine auf die hohe Kante gelegt. Man läßt den Öffnungen gegenüber einen Kanal, der je zwei derſelben mit einander verbindet, ſich weiter oben verengert und ſich zuletzt in ein Gewölbe endigt. Dieſe Gewölbe ſind die Feuerſtellen, welche den Torf aufnehmen. Sobald der Ofen ganz gefüllt iſt, mauert man die Thüre zu und verſchließt alle Öff-

nungen auf einer Seite. Man wirft nun grobfaßrigen frieſiſchen Torf in die Schürlöcher, der mit langer heller Flamme brennt und weniger Aſche als die übrigen Torfarten hinterläßt.

Sobald die eine Seite des Ofens, durch welche man den Torf hineinwirft, hinreichend heiß iſt, ſo ſchließt man die Schürlöcher und öffnet die auf der andern Seite, in welche man nun das Brennmaterial wirft. Ein ſolcher Ofen iſt drei bis vier Wochen im Gange und bedarf zum Abkühlen, ehe man die Steine herausnehmen kann, gleichfalls drei Wochen. *)

Die Backſteine verlieren ſowohl beim Trocknen als beim Brennen bedeutend an Gewicht; der Gewichtsverluſt iſt aber verſchieden nach der verſchiedenen Qualität derſelben. Man darf den Verluſt durch Trocknen auf 23 Prozent und den nachher durch Brennen erlittenen noch auf 5 Prozent weiter annehmen.

Gute Backſteine ſind klingend, ohne Blaſenräume und ganz dicht; **) ſie müſſen ſo hart ſeyn, daß ſie am Stahl Funken geben.

---

*) Ein holländiſcher Ofen, wie er hier beſchrieben iſt, faßt 1200000 größere und kleinere Backſteine, die ſehr ungleich gebrannt werden. Die zunächſt den Feuerkanälen liegenden Steine backen zu feſten, ganz verglaſten Klumpen zuſammen, während die oberſten nicht durchgebrannt und ganz weich und zerreiblich ſind. Man ſortirt jeden Brand in 8—10 Sorten von verſchiedener Härte und Farbe, welche auch zu ſehr verſchiedenen Zwecken angewendet werden. Die härteſten Steine werden zum Pflaſtern der holländiſchen Landſtraßen gebraucht und bilden eine vortreffliche Chauſſee. Zu dieſem Behufe werden ſie alle auf die hohe Kante geſtellt. Das Tauſend ſolcher feſten Steine, von denen 2200 auf die Quadratruthe gehen, koſtet in der Nähe von Rotterdam fl. 6. holl. Courant. Die verglaſten Klumpen werden bei Waſſerbauten zum Ausfüllen der Waſſerwehre gebraucht, die weichern Steine aber werden zum Bauen der Häuſer und anderer Landbauten verwendet. A. u. E.

**) Neuerdings hat man auch zu gewiſſen Zwecken leichte, poröſe Backſteine verfertigt. In Metz lieferte ein Fabrikant unſeres Wiſſens zuerſt dergleichen, die unbeſchadet der Feſtigkeit doch ungemein leicht ſind und deshalb ſich zur Konſtruktion von Gewölben ganz vorzüglich eignen. Das Verfahren wird jedoch noch geheim gehalten; wir vermuthen, daß die rohe Maſſe mit organiſchen Körpern, wie etwa mit Sägeſpänen ꝛc. vermiſcht und dann gebrannt wird.

Eine andere Art Backſteine ſind die feuerfeſten Charmotteſteine, welche zum Bau der Öfen, z. B. der Porzellan- Fayence- Gußſtahl-Öfen ꝛc.

Der Gebrauch der Backſteine iſt ſehr mannigfaltig; man gebraucht ſie überall ſtatt der natürlichen Steine, wo dieſes Baumaterial mangelt. In London und in einem groſſen Theil von England, ſowie in Holland werden ungeheure Maſſen davon verbraucht.

---

unentbehrlich ſind. Man verfertigt dieſe Steine aus feuerfeſtem Thon und Cäment von derſelben gebrannten Maſſe, die vorher gepocht worden. Gewöhnlich ſind ſie ein Nebenprodukt in Porzellanfabriken, wo ſolche nicht nur zum eigenen Gebrauche, ſondern auch zum Verkauf verfertigt werden, wie dieſes in Berlin, München und anderen Porzellanmanufakturen der Fall iſt. A. u. E.

Erwähnung verdienen hier auch die künſtlichen Steinmaſſen des Hrn. Feilner in Berlin. Dieſer berühmte Töpfer verfertigt ſeit einer Reihe von Jahren verſchiedene, zu architektoniſchen Gliedern, Verzierungen, Basreliefs ꝛc. brauchbare Gegenſtände aus wohl durchgearbeiteter Backſteinmaſſe. Der Thon wird mit Waſſer eingerührt, durch Siebe getrieben und geſchlämmt; dieſer wird ſodann mit dem zwei- oder dreifachen ſeines Gewichtes Cäment von Ofenkachelſcherben gemengt und wohl durch einander gearbeitet. Man läßt ihn dann eine Zeit lang zerſchnitten in feuchten Kellerräumen liegen und formt ihn in Gyps- oder gebrannten Thonformen. Gebrannt werden die geformten Stücke in liegenden Etageöfen, von 2 bis 3 übereinander angebrachten länglich-viereckigen Ofen, deren jeder ſeine eigenen Feuerungen hat; auch in runden Öfen, welche den engliſchen und franzöſiſchen Steingutöfen ähnlich conſtruirt ſind.

Die künſtliche Steinmaſſe, aus welcher auch Geſimſe, Vaſen, Schalen, Figuren, Kandelaber nach antiken Muſtern gefertigt werden, leiden nicht von der Witterung und ſtehen in Froſt und Näſſe, wie bereits mehrjährige Erfahrung in Berlin gelehrt hat. (S. Schubarth Elemente der techniſchen Chemie. Bd. I. S. 491.) A. u. E.

Capitel XI.

Enkauſtiſche Malerei. — Malerei auf Porzellan, Glas, Fayence und Email. Applikation der Metalle auf verſchiedene Stoffe.

1512. Es iſt eine bekannte Sache, daß man auf die Töpferwaare, auf Glas, und auf Email ſehr verſchiedene, ſchöne Farben ſo befeſtigen kann, daß ſie der Einwirkung ſowohl der Luft als des Waſſers, ſowie der kräftigſten Reagentien zu widerſtehen fähig ſind. Man erzielt dieſes Reſultat mittelſt verſchiedener Metalloxyde, welche mit Flußmitteln verſetzt werden. Dieſe Schmelzfarben ſind daher gewöhnlich Kieſelglas oder borſaures Glas, welche mit färbenden Metalloxyden verbunden werden. Letztere werden vom geſchmolzenen borſauren oder kieſelſauren Salz eingehüllt und bilden dann eine anſcheinend homogene Farbe. Trägt man das pulveriſirte Farbengemiſch mit dem Pinſel auf den zu bemalenden Körper, und ſetzt dann das Ganze einer bedeutenden Hitze aus, ſo ſchmilzt das Glas und befeſtigt ſich auf das bemalte Stück.

Es folgt daraus, daß die verglasbaren Farben nur auf ſolche Körper applizirt werden können, auf denen ſie, in den Fluß gebracht, feſt adhäriren; mithin müſſen ſie ſelbſt ſchmelzbar ſeyn; es dürfen alſo keine flüchtigen, im Feuer zerſetzbaren Subſtanzen genommen werden, und dieſe müſſen ferner leichtflüſſiger ſeyn als die Körper, auf welchen ſie aufgetragen werden, und müſſen ſich im Feuer ungefähr ebenſo ausdehnen, damit ſie nach dem Einbrennen während des Erkaltens nicht Riſſe bekommen. Dieſe Farben müſſen endlich an der Luft und im Waſſer unveränderlich ſeyn, oder es wenigſtens durch das Einbrennen erſt werden.

Dieſe Bedingungen beſchränken die Zahl der zu dieſer Art von Malerei anwendbaren Stoffe bedeutend. Außerdem ſind noch andere nicht minder wichtige Bedingungen vorhanden, welche gleichfalls die zu erwählenden Stoffe beſchränken. Verſchiedene färbende Subſtanzen reagiren z. B. im Feuer dergeſtalt auf einander, daß ſie ſich verändern; es iſt deshalb rathſam ſie entweder gar nicht oder nur höchſt ſelten anzuwenden.

Es hängt ferner auch viel von der Natur der Maſſe ab, auf welcher man die Farben applizirt. Das Porzellan z. B. enthält Kali, welches auf viele Farben reagirt; beim Glas iſt es derſelbe Fall, und Fayence und Email wirken mittelſt ihres Bleioxydes auf viele derſelben, weshalb die Praxis in der letztern Beziehung eine Menge merkwürdiger Fälle aufzuweiſen hat, auf die man bis jetzt noch keine ſichere Theorie anwenden kann.

Die Glasmalerei hat den Zweck große Fenſter zu verzieren und muß daher transparent ſeyn. Es müſſen deshalb auch die Farben durchſcheinen, was aber bei der Malerei auf Porzellan, Fayence und Email nicht nöthig iſt. Im letztern Fall ſucht man ſogar das Gegentheil zu erzielen, damit die Farben ihre Reinheit unverändert erhalten und nicht durch den Reflex des weiß durchſchimmernden Grundes verlieren, auf welchem ſie applizirt ſind. Könnte das Licht bis auf dieſen durchdringen, ſo würde es ſowohl von der Oberfläche der Farbe als von der weißen Unterlage reflectirt und dadurch müßte das Bild undeutlich werden.

1513. Die in der enkauſtiſchen Malerei gebräuchlichen Stoffe ſind:

Für Blau . . —	Kobaltoxyd
Für Roth . . —	Kupferoxydul, Caſſius'ſcher Goldpurpur, Eiſenoxyd.
Für Grün . . —	Chromoxyd, Kupferoxyd, ein Gemiſch von Kobaltoxyd, antimonichter Säure und Bleioxyd.
Für Gelb . . —	Uranoxyd, chromſaures Blei, gewiſſe Verbindungen von Silber, Verbindungen der antimonichten Säure und

		des Bleioxydes, oder auch des baſiſch ſchwefelſauren Eiſenoxydes.
Für Violett . .	—	Das Manganoxydul, der Caſſius'ſche Goldpurpur.
Für Schwarz .	—	Ein Gemenge von Eiſenoxyd, Mangan- und Kobaltoxyd.
Für Weiß . .	—	Das gewöhnliche Email.

Die Temperatur, bei welcher dieſe verſchiedenen Farben eingebrannt werden, variirt ſehr. Die meiſten bedürfen nur ein Feuer, in welchem das Silber noch nicht ſchmilzt; andere dagegen erfordern die Hitze des Porzellanofens ſelbſt. Es geht daraus hervor, daß auch die Flüſſe ſehr verſchieden ſeyn müſſen. Wir wollen nun, indem wir die einzelnen Fälle aufzählen, in das Detail dieſes intereſſanten Zweiges der praktiſchen Chemie eingehen.

Malerei auf Feldſpathporzellan.

1514. Die für das harte Porzellan beſtimmten Farben können in zwei Abtheilungen gebracht werden. Beide werden auf das gebrannte und bereits glaſirte Porzellan aufgetragen; allein die eine Gattung wird der hohen Temperatur des Porzellanofens ausgeſetzt, die andere dagegen wird in der Rothglühhitze eingebrannt, bei der das Silber noch nicht ſchmilzt. Man unterſcheidet deshalb das Einbrennen 1.) im Porzellanofenfeuer und 2.) unter der Muffel. Man brennt nämlich die Farben unter der Muffel ein, damit ſie gegen die direkte Wirkung der Flamme und Aſche geſchützt werden. Die erſtern ſind nur wenige, dagegen iſt die Anzahl der letzteren bedeutend.

1515. Farben für das Porzellanofenfeuer. Bis jetzt kennt man nur drei Farben, welche in dieſer großen Hitze bei gleichzeitiger Einwirkung der Kieſelerde und der Luft unverändert bleiben. Es iſt dieſes das blaue Kobaltoxyd, das grüne Chromoxyd und das durch Vermiſchen von Manganoxyd und Eiſenoxyd erzeugte Braun. Gewöhnlich werden dieſe Farben zur Herſtellung eines gleichfärbigen Grundes angewendet. Da ſie vollkommen verglaſen, ſo können ſie tief in die Glaſur des Porzel-

lans eindringen, weshalb auch die Züge, welche mit dieſen Farben gemacht, Erhöhungen an den Rändern haben. Das Chromoxyd giebt jedoch ſehr feine und reine Striche und läßt ſich deshalb zu ganz ausgeführten und vollendeten Zeichnungen anwenden. Da die Temperatur beim Einbrennen ſo bedeutend iſt, daß der Feldſpath dabei ſchmelzt, ſo wendet man dieſen auch als Flußmittel an.

Man miſcht die Hauptfarben dieſer Gattung folgendermaſſen:

Indigoblau . .	Kobaltoxyd	4 Thl.
	Feldſpath	7 „

Beide Stoffe werden fein geſtoßen und wenigſtens viermal durch ein Haarſieb geſchüttelt. Man ſchmelzt ſie dann in einem Schmelztiegel im ſtarken Feuer der untern Etage des Porzellanofens.

Blaßblau . . .	Kobaltoxyd	1 Thl.
	Feldſpath	30 „

Es wird wie das Indigoblau zubereitet.

Brongniart hat beobachtet, daß das Kobaltblau nicht nur tief in die Glaſur eindringt, ſondern ſich auch verflüchtigen kann. Stellt man z. B. ein weißes Gefäß in die Nähe eines blauen, ſo wird erſteres auf der dem blauen Stücke zugewandten Seite ſelbſt bläulich gefärbt. Das Kobaltblau iſt vielen Unfällen unterworfen. Zuweilen fließt die Farbe in ganze Tropfen zuſammen, gleich einem fetten Körper auf einer feuchten Unterlage. Bisweilen wird das Blau matt und gleich Eierſchalen rauh auf der Oberfläche. Zuweilen iſt es auch mit Metallkörnern ꝛc. erfüllt. Da man die Urſachen dieſer Erſcheinungen nicht kennt, ſo weiß man ihnen auch nicht zu begegnen.

Grün	Das grüne Chromoxyd wird auf das gebrannte, glaſirte Porzellan ganz rein aufgetragen und im Scharffeuer eingebrannt.

Das Chromgrün durchdringt die Glaſur niemals. Es adhärirt alſo weniger als das Kobaltblau, weshalb es denn auch zuweilen ſich abſchiefert.

Bläulich grün .	Kobaltoxyd	3 Thl.
	Chromoxyd	1 „

Man miſcht es mit $\frac{1}{10}$ Feldſpath, und wendet es fein pulveriſirt im ungeſchmolzenen Zuſtand an.

Mit verſchiedenen Miſchungen von Eiſen und Mangan erzeugt man Braun; fügt man noch Kobaltoxyd hinzu, ſo erhält man ein Schwarz, was im Scharffeuer ſteht. Das ſchöne Schwarz erhält man ſehr ſchwierig.

1516. Muffelfarben. Dieſe werden in einer Hitze eingebrannt, welche den Schmelzpunkt des Silbers nicht erreicht. Sie werden in einer Muffel dem Feuer ausgeſetzt, die man früher aus Gußeiſen verfertigte, wozu man jetzt aber allgemein gebrannten Thon nimmt. Man heizt die Muffel mit Holz.

Da man bei dieſem Einbrennen nur eine ziemlich niedrige Temperatur anwendet, ſo müſſen die Farben leichtflüſſig ſeyn, allein dieß iſt gerade in vieler Hinſicht nachtheilig, da dieſelben nicht ſo dauerhaft und glänzend werden; man iſt hierin aber vorzüglich durch diejenigen Farben beſchränkt, welche Caſſius'ſchen Purpur enthalten. Dieſe Farbe kann, wenn ſie ſich nicht verändern ſoll, nur einen beſtimmten Hitzgrad aushalten, man mußte alſo den übrigen ſolche Flußmittel beigeben, daß ſie auch bei derſelben Temperatur eingebrannt werden.

Die Muffelfarben durchdringen die Glaſur nicht, dieß zeigt ſich ſchon, wenn man das gemalte Porzellan mit Salpeterſäure kocht, denn dann verſchwindet alle Farbe und das Porzellan erſcheint wieder weiß, obſchon etwas matt. Es geht daraus hervor, daß die Glaſur des Feldſpathporzellans nur ſehr wenig auf die darauf eingebrannten Farben reagirt, und da ſich dieſe in der Glaſur nicht ausbreiten, ſo verlieren ſie auch nicht an Intenſität; man ſieht alſo ſchon voraus, daß wenn die Farbe an ſich im Feuer nicht veränderlich iſt, ſie ihre urſprüngliche Nüance beibehalten muß. Der Hauptſache nach beſteht alſo die Malerei auf hartes Porzellan in der Aufſchmelzung einer ſchmelzbaren Farbſchicht auf die Glaſurdecke, welche beiden nebſt dem Porzellan ſelbſt eine möglichſt gleichartige Ausdehnung beſitzen ſollen.

Man kann ſich von der Porzellanmalerei einen ziemlich richtigen Begriff machen, wenn man annimmt, daß in den meiſten Fällen der Maler mit Öl malen will, welches Öl aber erſt in der Rothglühhitze flüſſig wird. Das Flußmittel vertritt hier die Stelle des Öls; es hüllt die Farbe ein und befeſtigt ſie auf die Glaſur des Porzellans; es wirkt in den meiſten Fällen nicht mehr als die Glaſur ſelbſt. Die Farbe iſt demnach nur mechaniſch mit dem Flußmittel gemengt; es darf alſo nur eine Farbe ſeyn, die ſich im Feuer nicht verändert, im Flußmittel nicht auflöſt und ſich nicht mit ihm verbindet, wohl aber feſt an ihm adhärirt; das Flußmittel andererſeits muß an die Glaſur adhäriren und ſich hinſichtlich ihrer Ausdehnungsfähigkeit derſelben möglichſt nähern.

Wir müſſen hier einen wichtigen Unterſchied machen. Unter dem Namen Schmelzfarben begreift man gewöhnlich die Farbe und ihr Flußmittel zuſammengenommen; man hält dieſe beiden Subſtanzen für fähig, ſich im Fluſſe chemiſch mit einander zu vereinigen und ſo eine gleichartige Verbindung zu bilden. Wir nehmen dagegen an, daß man in den meiſten Fällen bei den Muffelfarben die Farbe ſelbſt vom Flußmittel unterſcheiden muß, das nur mechaniſch auf jene wirkt. Das Flußmittel iſt alſo für jede Farbe ein beſonderes; da aber alle Farben ſich mit einander miſchen müſſen, ſo kann man auch den Fluß nicht beliebig abändern. Gewöhnlich wendet man ein Gemenge von kieſelſaurem Blei und Borax, oder was dasſelbe iſt: kieſelſaures und borſaures Natron und Blei. Die Erfahrung hat gelehrt, daß man den Borax nicht durch Natron oder Kali erſetzen kann; d. h. man kann das gewöhnliche Kryſtallglas oder ein anderes Silikat von Kali oder Natron und Blei nicht gebrauchen. Es iſt dieß ſehr begreiflich, wenn man weiß wie leicht die alkaliſche Baſis dieſer Silikate aus ihren Verbindungen tritt, um neue dergleichen zu bilden; es iſt mithin die Gegenwart der Borſäure zur Fixirung dieſer Alkalien unerläßlich. Übrigens weiß man auch aus Erfahrung, daß durch das Kali oder das Natron die Farben ſich gerne abſchuppen.

Hat man das Flußmittel, ſo mengt man es in richtigem Verhältniß mit der Farbe ſelbſt; zuweilen wendet man

dieß Gemenge ohne Weiteres an, bisweilen wird es aber auch vorher zuſammengeſchmolzen. Iſt die Farbe im Feuer leicht veränderlich, ſo muß eine vorläufige Schmelzung vermieden werden; iſt dagegen die Farbe von der Beſchaffenheit, daß ſie ihren ſchönen Ton erſt in einer Temperatur erlangt, die höher iſt als diejenige, welcher man das Porzellan ausſetzt, ſo iſt eine Schmelzung vorher durchaus nöthig.

1517. Wir laſſen hier die Miſchungsverhältniſſe der verſchiedenen, auf drei Arten ſich reduzirenden Flüſſe folgen:

No. 1. Bleiglas (Fondant rocaille)	Mennig	3 Thl.
	Weißer, ausgewaſchener Sand von Etampes .	1 „

Man ſchmelzt dieſes Gemenge und erhält ein gelblich grünes Glas daraus. Es iſt dieſes ein einfaches Bleiſilikat, in welchem die Säure zwei und ein halbmal ſoviel Sauerſtoff enthält als die Baſis. Seine Miſchung iſt in Atomen ausgedrückt:

1 At. Bleioxyd	=	1392
2½ At. Kieſelerde	=	461
1 At. Bleiglas	=	1853

No. 2. Grauer Fluß (Fondant aux gris.)	Bleiglas No. 1.	8 Thl.
	Kalzinirten Borax als Pulver	1 „

Man ſchmelzt dieſes Gemenge. Die Säuren enthalten hier dreimal mehr Sauerſtoff als die Baſen, und in Atomen ausgedrückt beſteht dieſer Fluß aus

6 At. Bleiglas No. 1	=	11118	oder	15 At. Kieſelerde
1 At. Borax	=	1262		2 At. Borſäure
				6 At. Bleioxyd.
				1 At. Natron.

No. 3. Fluß für Carmin und Grün.

kalzinirter Borax	5 Thl.
kalzinirter Flintenſtein	3 „
reiner Mennig	1 „

Das Gemenge wird geſchmolzen; die Säuren desſelben enthalten achtmal mehr Sauerſtoff als die Baſen. Dieſe Zuſammenſetzung giebt:

1 At. Bleioxyd	= 1394	oder	20 At. Kieſelerde.
20 At. Kieſelerde	= 3850		10 At. Borſäure.
5 At. Borax . .	= 6310		5 At. Natron.
			1 At. Bleioxyd.

Zu dieſen drei Flüſſen kann man noch einen vierten fügen, allein er iſt weſentlich von jenen verſchieden.

No. 4. Fluß für metalliſches Gold. Es iſt dieß baſiſch ſalpeterſaures Wismuth, welches durch Waſſer gefällt und wohl ausgewaſchen worden; man fügt zuweilen $\frac{1}{12}$ geſchmolzenen Borax hinzu und mengt dann $\frac{1}{12}$ dieſes Fluſſes mit dem Golde.

1518. Es laſſen ſich dieſe Flußmittel durch einfache ſtöchiometriſche Formeln ausdrücken, allein dieſe gewähren bis jetzt noch keinen ſonderlichen Nutzen. Was ihre Schmelzbarkeit betrifft, ſo wird dieſe durch ihre Nummern im Allgemeinen angedeutet; Nummer 1 iſt am ſchwerſten und Nummer 3 am leichteſten flüſſig. Betrachten wir nun wie die Farben mit dieſen Flüſſen verbunden werden.

Farben mit den in der Porzellanmanufaktur zu Sèvres üblichen Nummern.

No. 2. Weiß. Es iſt das weiße Email, wie man es im Handel erhält.

No. 3. Weiß. (Blanc gorge.) Man mengt gleiche Theile vom Bleiglas No. 1 und vom Fluß No. 3.

No. 10. Grau.

Bleiglas No. 1	12 — 13	Thl.
Dunkel Königsblau . . .	1	"
Schwarz-Email	2	"
Jonquillengelb	4	"
Weiß-Email No. 2. . . .	1	"

Dieſe Farbe wird blos fein zuſammengerieben.

No. 12. Rauchgrau.

Braunſtein	1	Thl.
desgl. ſchwach kalzinirt .	1	"
Fluß No. 1	3	"
geſchmolzener Borax . .	1	"

Man fügt zuweilen noch etwas Kobaltoxyd hinzu und reibt das Gemenge fein.

No. 14. Gelblich grau für braun und roth.

Gelb für Braun No. 41 B.	1	Thl.
Blau für Braun. No. 28.	1	„
Zinkoxyd . . .	2—3	„
Grauen Fluß No. 2	5	„

Man fügt zuweilen etwas Schwarz hinzu, je nach dem Ton, welchen man durch dieſe Miſchung erhält. Das Verhältniß von Blau und Gelb variirt.

No. 15. Bläulich grau, für Miſchungen.

Geſchmolzenes Blau, dargeſtellt aus drei Theilen Fluß No. 1 und 1 Thl. Kobaltoxyd.	8	Thl.
Zinkoxyd	1	„
Eiſenviolett No. 66.	1	„
Fluß No. 2.	3	„

Man reibt es fein und fügt etwas Braunſtein hinzu, um die Farbe etwas grauer zu machen.

No. 19. Graulich Schwarz für Miſchungen

Ochergelb No. 50 A.	15	Thl.
Kobaltoxyd	1	„

Man reibt es zuſammen und frittet es in einem Tiegel, bis es den gewünſchten Farbenton angenommen hat. Will man es etwas ſchwärzer haben, ſo fügt man etwas Braunſtein hinzu, zuweilen auch etwas mehr Kobaltoxyd.

No. 19 Dunkelſchwarz.

Kobaltoxyd	2	Thl.
Kupferoxyd	2	„
Manganoxyd	2	„
Fluß No. 1. . . .	6	„
geſchmolzener Borax	½	„
Man ſchmelzt u. fügt hinzu		
Kobaltoxyd	1	„
Kupferoxyd . . .	2	

Das Gemenge wird fein gerieben und nicht geſchmolzen.

Blau. Man erhält die blauen Farben gewöhnlich mit kieſelſaurem Kobalt. Das Kobaltoxyd muß, wenn die Farbe ſchön erſcheinen ſoll, wirklich im Zuſtand eines Silikates vorhanden ſeyn. Iſt die Farbe einmal erſchienen, ſo iſt ſie bei allen möglichen Temperaturen unveränderlich.

No. 22. **Indigoblau.** Kobaltoxyd . . . . . . 1 Thl.
Fluß No. 3. . . . . . . 2 „

Sollte ſich dieſe Farbe abſchuppen, ſo giebt man ¼ Thl. vom geſchmolzenen Fluß No. 1 hinzu.

No. 23 A. **Türkisblau.** Kobaltoxyd . . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . 3—4 „
Fluß No. 2 . . . . 6 „

Man ſchmelzt das Gemenge und gießt es; iſt es nicht grünlich genug, ſo vermehrt man die Zinkdoſis und den Fluß.

No. 24. **Azurblau.** Kobaltoxyd . . . . . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . . 2 „
Fluß No. 2. . . . . . . 8 „

Man ſchmelzt das Gemenge

No. 24 A. **Dunkel-Azurblau.** Kobaltoxyd . . . 1 Thl
Zinkoxyd . . . . 2 „
Grauer Fluß No. 2 5 „

Die Schönheit dieſer Farbe hängt von der Menge des Fluſſes ab. Man muß davon ſo wenig als möglich nehmen, ohne daß jedoch der erforderliche Glanz darunter leidet. Zuweilen nimmt man weniger als die angezeigte Doſis.

No. 26. **Violettblau** als Grund. Blau No. 28 . . 4 Thl.
Goldviolett No. 65 2 „

Man giebt bald mehr bald weniger Violett hinzu und reibt beide fein.

No. 27. **Lavendelblau** als Grund. Himmelblau No. 28 4 Thl.
Goldviolett No. 65 3 „

Zuweilen fügt man etwas Carmin hinzu, und reibt es ohne zu ſchmelzen.

No. 28. **Himmelblau** für Braun. Kobaltoxyd . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . 2 „
Fluß No. 2 . . 12 „

Man reibt es zuſammen, ſchmelzt und gießt es

Grün. Man erzeugt die Farbe mittelſt Chromoxyd, oder mit Kupferoxyd, ja auch aus Gemiſchen von Chromoxyd und kieſelſaurem Kobaltoxyd, wenn man einen bläulichen Ton haben will. Enthält das Grün Kupferoxyd, ſo muß es einer vorläufigen Schmelzung unterworfen werden, denn nur

als Silikat oder in einer Salzverbindung erſcheint dieſes Oxyd blau. Im Scharffeuer verſchwinden die Kupfergrüne gänzlich.

No. 32. Smaragdgrün.	Kupferoxyd	1	Thl.
	Antimonſäure . . .	10	„
	Fluß No. 1	30	„

Das Gemenge wird gerieben und geſchmolzen.

No. 34. Bläulich grün.	Grünes Chromoxyd .	1	Thl.
	Kobaltoxyd	2	„

Man reibt es fein und ſchmelzt es im Scharffeuer. Das Produkt iſt ein wenig geſchmolzener Klumpen, von dem man denjenigen Theil abſondert, welcher mit den Tiegelwänden in Berührung war. Man ſtößt hierauf die Maſſe und fügt 3 Theile Fluß No. 3 auf einen Theil der geſtoßenen Maſſe hinzu.

No. 35. Grasgrün.	Grünes Chromoxyd . .	1	Thl.
	Fluß No. 3	3	„

Man reibe es und ſchmelze das Gemenge.

No. 36, 37 und 38. Piſtazien-, Oliven- und anderes Grün. Man erhält ſie mit Chromoxyd, und dem Fluß No. 3, indem man Dunkel- oder Hell-Gelb No. 41 B oder 43 in verſchiedenen Proportionen hinzufügt.

Gelb. Man erhält es gewöhnlich mittelſt Antimonſäure und Bleioxyd. Es iſt dieſes das ſogenannte Neapelgelb. Zuweilen giebt man etwas Zinnſäure zu, ſowie auch Zinkoxyd und baſiſch ſchwefelſaures Eiſenoxyd, welches man aus Eiſenvitriolauflöſungen erhält, die man der Luft ausſetzt. Dieſe Farben verändern ſich nicht unter der Muffel, verſchwinden aber im Scharffeuer faſt ganz. Durch Rauch verändern ſie ſich, indem das Bleioxyd ſie reduzirt und ein ſchmutziges Grau erzeugt.

Man hat auch mit chromſaurem Blei ein Gelb erhalten, allein man hat das Gelingen nicht in ſeiner Gewalt. In Deutſchland wendet man auch Uranoxyd an, aber in Frankreich fand man, daß dieſes durchaus nicht mehr als die ſchon bekannten gelben Farben leiſtet.

No. 41. Schwefelgelb. Antimonſäure . . . . . 1 Thl.
Baſiſch ſchwefelſ. Eiſenoxyd 8 „
Zinkoxyd . . . . 4 „
Fluß No. 1 . . . . . . 36 „

Man reibt das Gemenge und ſchmelzt es; ſollte dieſe Farbe zu dunkel ſeyn, ſo nimmt man weniger Eiſenſalz.

No. 41. A. Fixes Gelb für feine Pinſelſtriche
Gelb No. 41 . . . . 1 Thl.
Weißes Email aus dem Handel . . . 2 „

Man ſchmelzt und gießt es aus. Iſt es nicht fix genug, ſo fügt man etwas Sand von Etampes hinzu.

No. 41 B. Gelb. Für Braun und Grün
Antimonſäure . . . . 2 Thl.
baſiſch ſchwefelſaures Eiſen . . . . . 1 „
Fluß No. 1 . . . . 9 „

Man ſchmelzt dieſe Farbe und fügt bisweilen etwas Neapelgelb hinzu, wenn es zu weich oder zu zart (tendre) ſeyn ſollte.

No. 43. Dunkelgelb. Zum Miſchen mit Chromgrün.
Antimonſäure . . . . 2 Thl.
baſiſch ſchwefelſaures Eiſen . . . . 1 „
Fluß No. 1 . . . . 10 „

Das Gemenge wird geſchmolzen und ausgegoſſen. Man kann auch mehr Eiſen nehmen und die Doſis des Fluſſes abändern.

No. 42. Jonquillengelb. Für Blumen.
Bleiglätte . . . . 18 Thl.
Sand v. Etampes . . . . 6 „
Oxydirte Legirung von gleichen Theilen
Blei und Zinn . . . . 2 „
Sodaſalz . . . . 1 „
Antimonſäure . . . . 1 „

Man reibe und ſchmelze dieſe Stoffe

No. 46. Wachsgelb. Bleiglätte . . . . 18 Thl.
Sand v. Etampes . . . 4 „
Antimonoxyd . . . . . 2 „
Terra von Siena . . . 2 „

Man ſchmelzt das Gemenge und ſollte die Farbe zu dunkel ausfallen, ſo nimmt man weniger Erde von Siena.

No. 46 A. Fixes Wachsgelb. Es iſt das Gelb No. 46, welches man, ohne es zu ſchmelzen, mit meißem Email oder Sand von Etampes mengt, um es härter zu machen. Das Verhältniß dieſer Stoffe hängt von der größern oder geringern Schmelzbarkeit des Gelbs ab.

No. 49. Nankingelb. Als Grund.
Baſiſch-ſchwefelſ. Eiſen . . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . . . . 2 „
Fluß No. 1 . . . . . . 10 „

Man reibe es zuſammen.

No. 49. A. Dunkel-Nankingelb.
baſiſch ſchwefelſaures Eiſen . . . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . . 2 „
Fluß No. 2 . . . . 8 „

Man reibt dieſe Stoffe fein, ohne ſie vor dem Gebrauche zu ſchmelzen.

No. 50. Blaßockergelb. Baſiſch ſchwefelſ. Eiſen . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . . 2 „
Fluß No. 2. . . . . . . 6 „

No. 50. A. Dunkelockergelb oder Braungelb.
baſiſch ſchwefelſaures Eiſen . . . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . . 1 „
Fluß No. 2 . . . . 5 „

Man reibt es fein und ſchmelzt nicht vorher.

No. 50. B. Braunocker-Gelb. Ockergelb No. 50 A. 10 Thl.
Terra v. Siena . 1 „

Man miſche ohne zu ſchmelzen.

No. 51. Iſabell-Gelb. Als Grund.
Gelb auf Braun No. 42 B. . . . . . 20 Thl.
Blutroth No. 58 . . . . 1 „

No. 52 Orangegelb als Grund. Chromſ. Blei 1 Thl.
Mennig . . 3 „

Wird geſchmolzen.

No. 54. Ziegelroth. Gelb No. 50 A. . . . 12 Thl.
rothes Eiſenoxyd . . . 1 „

No. 58. A. Dunkel-Blutroth. baſiſchſchwefelſaures Eiſenoxyd, welches in einer Muffel geglüht worden, bis es ſchön dunkelroth erſcheint . 1 Thl.
Fluß No. 2 . . . . 3 „

Wird gemengt und nicht geſchmolzen.

Goldfarben. Es ſind dieſes das Carminroth, der Purpur und das Violett, die mittelſt des Caſſius'ſchen Goldpurpurs erzeugt werden, wovon ſpäter beim Golde ſelbſt die Rede ſeyn wird. Dieſe ſehr zarten Farben ſind die einzigen, welche ſich im Feuer verändern. Nicht geglüht ſind ſie ſchmutzig violett, werden aber bei mäßigem Feuer ſehr lebhaft und rein. In ſtärkerem Feuer werden dieſe Farben gelblich und verſchwinden endlich ganz. Der Goldpurpur muß noch als feuchter Niederſchlag mit viel Fluß gemengt werden. Sobald man ihn trocknen läßt, iſt die Farbe verdorben. Man nimmt auf einen Theil Purpur ſechs Theile Fluß. Nur allein der Caſſius'ſche Niederſchlag giebt Purpur; mit Silberchlorid (Hornſilber), welches Gelb giebt, liefert er eine Carminfarbe; mit etwas Kobalt aber erhält man Violett.

No. 59. Harter Carmin. Es iſt das der Caſſius'ſche Goldpurpur mit Fluß No. 3 gemengt nebſt Chlorſilber, welches vorher mit 10 Thl. Fluß No. 3 geſchmolzen worden. Die Mengenverhältniſſe ſind nicht ſtets dieſelben. Man reibt alles auf einer Spiegelglasplatte zuſammen, ſo lange der Goldpurpur noch feucht iſt.

No. 60. Reiner Purpur. Man mengt den Caſſius'ſchen Goldniederſchlag noch feucht mit dem Fluß No. 3 und zuweilen auch mit etwas Chlorſilber, welches vorher bereits mit Fluß No. 3 geſchmolzen worden. Sollte der Purpur nicht leichtflüſſig genug ſeyn, ſo fügt man ihm etwas Fluß hinzu, wenn er trocken iſt.

No. 65. Dunkelviolett. Es iſt der Caſſius'ſche Niederſchlag, aber ſtatt ihn mit Fluß No. 3 zu miſchen, nimmt man etwas Fluß No. 1. Zuweilen fügt man auch etwas Dunkelblau No. 26 A hinzu.

Eiſenfarben. Außer dem baſiſch ſchwefelſauren Eiſenoxyd wendet man das Oxyd auch allein an, um roſenfarbe, rothe, violette und braune Töne zu erzeugen. Das reine

Oxyd giebt die drei erſten Nüancen, da es ſehr verſchiedene Farbenabänderungen annimmt, je nach der Temperatur, der man es ausſetzt. Gelinde erhitzt iſt es roſa oder roth und im Schmiedefeuer wird es violett. Man ſucht ihm zuvor die geſuchte Farbe zu geben. Das Eiſenbraun wird durch Miſchung erzeugt. Dieſe Farben ſämmtlich ſind unter der Muffel unveränderlich, im Scharffeuer verſchwinden ſie aber gröſtentheils. Im erſten Fall bleibt das Oxyd frei, und im zweiten verbindet es ſich mit Kieſelerde. Iſt der Fluß oder die Glaſur zu leichtflüſſig, ſo findetdie ſelbe Wirkung Statt. No. 62. Fleiſchroth. Wird ſchwefelſaures Eiſen in kleine Schmelztiegel gebracht und leicht geglüht, ſo erhält man das Eiſenoxyd im erforderlichen Zuſtand; man ſucht aus dem Produkte diejenigen Theile aus, welche die gewünſchte Nüance haben. Jedes Fleiſchroth wird auf dieſe Weiſe erzeugt, und nur durch Anwendung verſchiedener Hitzgrade erhält man verſchiedene Nüancen. No. 62 A, 63, 64 ꝛc. werden ſo erzeugt. No. 66 und 66 A gewinnt man durch Glühen des ſchwefelſauren Eiſens in der Schmiedeeſſe. Dieſe Eiſenfarben werden mit dem dreifachen ihres Gewichtes Fluß No. 2 gemiſcht.

Braun. Man erhält ſie durch Miſchung des Eiſenoxydes oder des baſiſch-ſchwefelſauren Eiſens mit Manganoxyd, Kobaltſilikat oder Kupferſilikat. Dieſe Farben, welche in der Muffel vollkommen ſtehen, verlieren von ihrer Schönheit im Scharffeuer. Man vermeidet gerne die Anwendung des Kupferoxydes, welches wenig beſtändige Farben giebt. No. 68. Nelkenbraun. Die Baſis dieſes Brauns iſt das Ockergelb, und No. 50 A. dem man entweder etwas Kobaltoxyd, oder Umbra und Terra di Siena zufügt. Durch einige Verſuche wird der gewünſchte Ton leicht gefunden. No. 70. Holzbraun. Es iſt das Nelkenbraun, aber ohne Kobaltoxyd.

No. 70 A. Haarbraun.	Ockergelb No. 50 A.	15 Thl.
	Kobaltoxyd	1 „

Fein gerieben und gefrittet, bis es die gewünſchte Farbe erhält.

No. 73. Leberbraun. Braunrothes Eiſenoxyd wird mit dem Dreifachen ſeines Gewichtes Fluß No. 2 gemengt. Iſt

es nicht dunkel genug, ſo fügt man noch ein Zehntel Terra di Siena hinzu.

No. 75. Sepienbraun. Dunkelockergelb . . 15 Thl.
Kobaltoxyd . . . 1 „

Man fügt etwas Mangan hinzu, wenn es nicht dunkel genug ſeyn ſollte, mengt die Stoffe wohl unter einander und frittet ſie, um den gewünſchten Ton zu bekommen.

1519. Sind die Farben nach dieſer Angabe zubereitet, ſo werden ſie mit dem Pinſel aufgetragen, nachdem man ſie mit Terpentinöl oder Lavendelöl, die durch Stehen an der Luft etwas dicker geworden, auf einer Glasplatte fein abgerieben hat. Ehe man ſie gebraucht, werden ſie probirt, d. h. auf Porzellanſcherben gemalt und eingebrannt; erſt nachdem man ſich vom Gelingen überzeugt hat, werden ſie zum Malen ſelbſt angewendet.

1520. Um die Porzellangemälde einzubrennen, bedient man ſich eines Muffelofens. (Taf. 35 Fig. 5, 6, 7, 8, 9.) Die Muffeln ſind von Thon. Ehedem wendete man auch eiſerne an, allein dieſe ſind jetzt nicht mehr im Gebrauche. Früher hatte man in Sèvres einen ſehr ökonomiſchen Ofen, der aber nur für eine Fabrik vorzüglich vortheilhaft iſt, die beſtändig arbeitet. Derſelbe findet ſich auf der Tafel 37 Fig. 1 und 2. Wir glauben ihn allen Fabriken empfehlen zu dürfen, in welchen fortwährend eingebrannt wird.

Die gemalten Stücke werden in die Muffeln geſtellt; ſind dieſe aber noch ganz neu, ſo werden ſie zuerſt leer ausgebrannt. Im Allgemeinen muß man die Einwirkung der durch die Muffel dringenden Gaſe auf die Farben zu vermeiden ſuchen. Setzt man ein gemaltes Stück ohne Schirm zu nahe an die Muffelwände, ſo wird es ſchmutzig und die Farben ſcheinen gleichſam verſchluckt worden zu ſeyn; bei koſtbaren Gegenſtänden müſſen deshalb Porzellanſchirme dazwiſchen geſtellt werden.

1521. Da die gemalten Stücke noch viel Öl enthalten, ſo muß man ſie, nachdem die Muffel vollgeſetzt iſt, anfangs ganz gelinde erhitzen, um jenes zu verflüchtigen oder zu zerſetzen. Man läßt die Röhren der Thüren und die Öffnung der Muffel offen. Hierdurch entſteht eine Luftſtrömung,

welche den Öldampf fortführt oder ihn verbrennt; ſpäter werden die Röhren der Thüren geſchloſſen und das Feuer verſtärkt. Man feuert gewöhnlich mit Holz. Sind die Muffeln groß, ſo muß man ziemlich viel Geſchicklichkeit beſitzen, um eine gleichförmige Temperatur zu erhalten; zu dieſem Behufe iſt das Pyrometer von Brongniart (Tafel 37 Fig. 3) ſehr nützlich. Bringt man zwei Pyrometer durch die Rohre rr in die Muffel, ſo kann man die Temperatur leicht reguliren. Man ſchließt oder öffnet die Zuglöcher cc des Ofengewölbes, ſo daß die Flamme hierdurch nach dem erforderlichen Punkt hingeleitet wird. Gewöhnlich ſchätzt man nur die zum Brennen nöthige Temperatur, nämlich durch die Farbe des Feuers und durch die Proben. Um aus der Farbe der Glut etwas beſtimmen zu können, wird lange Übung erfordert, und doch bleibt hierbei immer noch viel Ungewißheit. Anders verhält es ſich mit den Proben; es ſind dieß kleine, an einem dicken Eiſendraht befeſtigte Porzellanplatten, welche man durch die Rohre rr einſchiebt und nach den verſchiedenen Punkten der Muffel hinbringt. Man trägt auf dieſelben mittelſt eines Pinſels etwas Carmin und etwas Gold. Hat man den rechten Hitzgrad getroffen, ſo muß der Carmin ſchön erſcheinen und das Gold feſt anhaften. Da der nicht eingebrannte Carmin gelblich iſt, und dieſen Ton nach und nach verliert, um in reines Carminroth überzugehen, ſo iſt ſehr begreiflich, daß man beim Ziehen der Proben leicht den rechten Augenblick wahrnehmen und das Feuer dann zur rechten Zeit mäßigen kann. Was das Gold betrifft, ſo adhärirt dieſes vor dem Einbrennen nicht; erſt nach und nach befeſtigt es ſich, wird matt und kann dann geglüht werden, ohne ſich abzuſchuppen. Auf jeden Fall muß man das Feuer ſchon dämpfen, noch ehe die Proben ganz vollkommen ſind, da die Temperatur in der Muffel noch zunimmt, wenn gleich das Feuer ſchon abnimmt.

Iſt die Muffel erkaltet, ſo nimmt man die gemalten Stücke heraus. Gewöhnlich muß die Porzellanmalerei zwei Feuer erhalten. Zuerſt wird nur der Entwurf eingebrannt und ſpäter die Ausführung und Nachbeſſerung. Sollten nach dem doppelten Einbrennen noch Fehler geblieben ſeyn, ſo

müßten dieſe wieder verbeſſert und das Porzellan ſelbſt zum dritten Mal in das Feuer kommen; dagegen würde ein viertes Feuer endlich alles verderben und man verſucht es deshalb niemals. Dieſer Umſtand ſtellt ſich nie bei dem Frittenporzellan dar; es hängt dieſes hauptſächtlich von der Beſchaffenheit der Glaſur ab. Die Bleiglaſuren können öfter wiederhohltes Feuer vertragen, allein das harte Porzellan und das Glas geben nur eingeſogene und vertrocknete Farben, wenn ſie zu lang dem Feuer ausgeſetzt werden. *)

Glasmalerei.

1522. In der Glasmalerei unterſcheidet man zwei von einander ſehr verſchiedene Verfahrungsarten. Nach der erſten färbt man das Tafelglas, ſchneidet daraus Scheiben und vereinigt dieſe mit Blei. Man erhält auf dieſe Weiſe den farbigen Grund des Gemäldes; darauf werden die Schat-

*) Der Hr. Verfaſſer iſt noch mit Unterſuchungen über die enkauſtiſche Malerei beſchäftigt und verſpricht die Reſultate derſelben im dritten Bande nachzuliefern. Wir fügen hier einſtweilen Einiges über Fayence-Malerei aus Schubarths Elementen des techniſchen Chemie bei.

1.) Das gemeine Fayence wird häufig gemalt, allein des billigen Preiſes wegen gewöhnlich nur auf eine ziemlich rohe Weiſe. Man trägt die Farben entweder auf die noch nicht eingebrannte Glaſur und brennt dann beide zugleich ein, oder man bemalt die bereits glaſirten oder emaillirten Geſchirre, und brennt die Farben dann unter der Muffel ein. Kobaltoxyd oder Smalte, Eiſenoxyd, Braunſtein, Kupferoxyd und Antimon ſind hier die gebräuchlichen Farben.

2.) Das feine Fayence oder engliſche Steingut wird weniger gemalt als vielmehr mit ganzen Zeichnungen bedruckt. Das Drucken geſchieht ſowohl unter als auch auf die Glaſur. Nur wenige Farben vertragen die Hitze, welche dem Geſchirr beim Einbrennen der Glaſur gegeben werden muß; es ſind dieß blau, (Kobalt), grün (Chrom) und ſchwarz (Eiſen und Mangan). Man frittet zu dieſem Behufe zuerſt die Farben mit einem Flußmittel, pulveriſirt ſolche und reibt ſie mit Leinöl an. Mit dieſer Farbe reibt man die geſtochene Kupferplatte ein, und trägt die Zeichnung ganz nach Art des Kupferdrucks auf feines, ungeleimtes und angefeuchtetes Papier über. Der Abdruck wird ſodann ins Waſſer gelegt, herausgenommen und auf das verglühte Steingut abgedrückt. Wird das nun adhärirende Papier ſtark mit Waſſer benetzt, ſo läßt es ſich leicht abnehmen und die Zeichnung befindet ſich dann auf dem Geſchirre, welches jetzt mit Glaſur überzogen gebrannt wird, nachdem man ſchon vor dem Auftragen der Glaſur den in der Farbe haftenden Ölfirniß durch mäßiges Erhitzen verflüchtigt hat.

ten dann erſt mit Schmelzfarben getragen und eingebrannt. Nach dem zweiten Verfahren malt man das weiße Glas gleich dem Porzellan mit Schmelzfarben und brennt ſie dann unter der Muffel ein. Vereinigt man beide Methoden, ſo bietet dieß in ökonomiſcher Hinſicht viele Vortheile dar und gewährt den ſchönſten Effekt. Wir beſchreiben hier nur das gemiſchte Verfahren, welches die beiden übrigen in ſich faßt. *)

1523. In den meiſten Fällen wird die Glasmalerei mit der Malerei auf hartes Porzellan verwechſelt; ſie unterſcheidet ſich aber hauptſächlich durch die Durchſichtigkeit, welche man den Farben geben muß, ſowie durch ihre Intenſität,

---

Will man auf die Glaſur drucken, ſo muß dieſe vorher mit einer Auflöſung von Terpentin in Terpentinöl überzogen werden.

Man verſteht auch ſehr häufig das engliſche Steingut mit einem metalliſchen Lüſter, zu welchem Behufe die Glaſur aber ſehr reich an Bleioxyd ſeyn muß, um den Fluß des Überzugs zu bewirken; jene wird aus 60 Bleiglätte, 36 zerſetztem Granit und 15 Quarz gefertigt. Für Platinlüſter wendet man weißes Geſchirr an, für Gold- und Kupferlüſter aber muß der Grund dunkelfarbig ſeyn.

Zu Goldlüſter löſt man 48 Thl. Gold in Königswaſſer auf, ſetzt 4 1/2 Thl. Zinnſäure hinzu gießt eine kleine Menge von der Auflöſung in 20 Thl. Schwefelbalſam, welcher mit der Hälfte ſeines Gewichtes Terpentinöl verdünnt worden iſt. Nach gehörigem Miſchen fügt man nach und nach die übrige Goldſolution unter Umrühren nebſt noch 30 Thl. Terpentinöl hinzu. — Platinlüſter erhält man durch Auflöſen des Metalls in Königswaſſer, welcher Auflöſung gleiche Theile Steinkohlentheeröl und Terpentinöl zugeſetzt werden. Dieſe Maſſe aufgetragen giebt einen ſtahlgrauen Lüſter. Einen ſilberweißen Platinlüſter liefert ein aus Platinauflöſung mittelſt kohlenſauerm Ammoniak erzeugter Niederſchlag, den man ausſüßt, trocknet und mit obigem Firniß vermiſcht; das Gemiſch wird mit einer weichen Bürſte aufgetragen und eingebrannt. Dieſes Verfahren wiederhohlt man einigemal und reibt dann die Oberfläche mit Baumwolle, wodurch der Silberglanz ſich zeigt.

Auch das Steinzeug oder das gewöhnliche Steingut wird zuweilen ganz roh bemalt, aber nur mit Kobalt oder ganz feuerfeſten Farben, die zugleich mit der Waare ſelbſt eingebrannt werden. A. u. E.

*) Dihl malte auf Spiegel nach einer andern Methode, die aber ſpäter keine Nachahmer fand. Man malt nämlich auf zwei Spiegelgläſer und legt ſolche dann zuſammen, daß die beiden bemalten Flächen einander berühren. Dieſes Aufeinanderlegen hat den Zweck die Wirkungen der Parallachſe zu vermeiden, welche wegen der Dicke der Spiegel ſehr beträchtlich ſeyn würden. Nimmt man dicke Gläſer, ſo läßt ſich dieſem Übelſtande nicht anders begegnen, denn ein gemaltes Glas iſt es immer auf ſeinen zwei Seiten.

welche ſtets größer als bei der erſtern Art ſeyn muß; endlich iſt ſie auch weſentlich verſchieden durch die Anwendung einiger beſonderer Methoden, welche bei der Porzellanmalerei nicht anwendbar ſind:

Das Blau wird auf Glas gerade wie auf Porzellan mittelſt Kobalt dargeſtellt; Purpur, Violett und Carmin mit dem Caſſius'ſchen Purpur; Roth und Braun ꝛc. mit Eiſenoxyd; Grün mit Kupferſilikat und bisweilen mit Chromoxyd oder auch mit einer Miſchung aus Gelb und Blau; Schwarz, Grau ꝛc. mit Mangan-, Kobalt- und Eiſenoxyd; Gelb mittelſt aller bei der Porzellanmalerei angegebenen Stoffe.

Es ſind mithin die Farben die nämlichen und werden ebenſo eingebrannt; der einzige Unterſchied, der dabei zu beobachten iſt, beſteht darin, daß man dem Kupfergrün vor dem Chromgrün den Vorzug einräumt, weil es mehr durchſichtig als das Letztere iſt. Die Glasmalerei wird hauptſächlich dadurch charakteriſirt, daß der Künſtler beide Glasflächen zugleich benutzen kann, und dieß geſchieht auch wirklich faſt immer. Die Oberfläche, welche dem Beſchauenden zugekehrt iſt, erhält die ſtärkſten Schatten. Gewöhnlich trägt man auf dieſe Seite alle ſchattirten Farben auf und bringt dagegen die lichten Partien auf die entgegengeſetzte Seite. Nicht ſelten iſt man auch gezwungen auf dieſe Weiſe Farben von einander zu trennen, welche beim unmittelbaren Kontakt einander ſchaden, und deren Vereinigung beſondere Färbungen erzeugen würden; auf ſolche Weiſe erhält man z. B. Scharlach, indem man Gelb und caſſius'ſchen Purpur neben einander aufträgt.

Es iſt begreiflich, daß man durch dieſe Malerei ganz dieſelben Reſultate erzielen kann, welche die gewöhnliche Malerei gewährt. Da man übrigens nur wenig auf einmal malen kann, ſo geht dieſe Arbeit langſam von Statten; auch iſt das ſo gemalte Glas immer matt und düſter, weil die Farben im Feuer ganz transparent werden.

1524. Das auf der Hütte gefärbte Glas iſt dagegen vollkommen durchſcheinend und eignet ſich beſonders für den Himmel, zu Draperien ꝛc., wo große Flächen erfordert wer-

den, die äußerſt billig ſind. Indem alſo vorzugsweiſe nur für Hände, Köpfe ꝛc. die eigentliche Glasmalerei angewendet wird, kann man dagegen die gefärbten Gläſer zu Draperien, Verzierungen ꝛc. gebrauchen.

Die gefärbten Gläſer werden in den Glashütten in ganzen Tafeln auf die gewöhnliche Art fabrizirt, ausgenommen das Purpurglas, welches beſondere Kunſtgriffe erfordert.

Man färbt das Glas **blau** durch kieſelſaures Kobalt; **violett** durch kieſelſaures Mangan; **grün** durch kieſelſaures Kupfer; **gelb** durch Rauch oder durch antimonichtſaures Blei, oder endlich durch Chlorſilber; **purpur** durch Kupferoxydul; **ſchwarz** durch Miſchungen von Mangan- Eiſen- und Kobaltoxyd. *)

---

*) Man unterſcheidet unter den gefärbten Gläſern zweierlei Gattungen: 1.) durch die ganze Maſſe gefärbtes Glas, und 2.) Überfangglas, welches nur auf einer Seite einen dünnen gefärbten Glasüberzug hat, deſſen übrige Maſſe aber Weißglas iſt. Zu Letzterem gehört das prächtige Rubinglas, welches die Alten von außerordentlicher Schönheit herſtellten, welches aber auch in der neueſten Zeit wieder eben ſo ſchön verfertigt wird. Wegen des tiefen Tons dieſer Farbe kann ſie nur als Überfangglas geliefert werden. Nach **Engelhardt** wird das Rubinglas folgendermaſſen verfertigt: man muß zwei Tiegel haben, einen für das weiße und den andern für das rothe Glas. Zuerſt taucht der Arbeiter ſeine Pfeife in die rothe Maſſe, ſo daß ein Knopf ſich daran anhängt, dann nimmt er über dieſes Roth eine gehörige Menge weiſſes Glas und bläſt einen Zylinder davon, der ein ſchönes rothes Überfangglas darſtellt. Damit ſich die rothe Lage gut mit der weißen Scheibe verbinde und beim Erkalten ſich nicht von derſelben ablöſe, ſo muß der Glasſatz des weißen Glaſes, wenn nicht ganz derſelbe, doch dem rothen Glasſatze ähnlich ſeyn; am beſten iſt es, wenn man die rothe Maſſe etwas leichtflüſſiger macht, als die weiße. Der Glasſatz für das rothe Glas darf keine oxydirenden Stoffe enthalten.

Zwiſchen die groſʒen Glashäfen, welche den weißen Glasſatz enthalten, wird ein kleiner Hafen für's rothe Glas geſetzt; in dieſen bringt man zu dem gewöhnlichem Glasſatze, wenn er Mennig enthält, auf 5 Pfd. deſſelben 4 Loth **Kupferoxydul** und 4 Loth Zinnoxydul; iſt es nicht mennighaltig, ſo nimmt man auf 2 Pfd. Sand des Glasſatzes 3 Loth Kupferoxydul und 3 Loth Zinnoxydul. Setzt man das Kupferoxydul nicht unmittelbar dem Glasſatze bei, ſondern bringt es erſt ſpäter in denſelben, wenn er anfängt lauter zu werden, ſo muß man eine weit geringere Doſis Kupfer nehmen.

Zu Scharlach oder Feuerroth nimmt man auf 25 Pfd. Glasſatz 1/2 Pfd. Zinnoxydul und 1 1/2 Loth fein geriebenes Eiſenoxydul. Sobald das Glas lauter geworden, fügt man 1 1/2 Loth Kupferoxydul zu und miſcht das Ganze gut durcheinander. Man muß Blaſen und Körner vermeiden und

Weiß erhält man das Glas mittelſt Zinnſäure; ein opalartiges Anſehen giebt man ihm durch phosphorſauern Kalk oder bloß durch geglühte Knochen. Im letztern Falle iſt das Glas anfangs durchſichtig, allein bei wiederhohltem Erhitzen wird es milchig.

Das Zinnglas, das Opalglas ſo wie das ſchwarze Glas werden nur von den Glaſern angewendet. Das blaue, violette und grüne Glas erhält man ganz einfach, wenn man die Glasmaſſe mit 1 — 3 Prozent von dem färbenden Oxyd verſetzt. Das gelbe und das purpurne Glas erfordern aber eine beſondere Behandlung.

Man erzeugt das gelbe Glas entweder durch Antimonichtſaures Blei oder durch Kohle, indem man die Glasmaſſe anräuchert. Endlich ſtellt man noch ſehr ſchönes gelbes Glas dar, indem man das weiße mit einem Gemenge von pulveriſirtem Thon und Chlorſilber überzieht und dann unter der Muffel erhitzt. Nach dem Erkalten nimmt man das Thonpulver ab und das Glas erſcheint in verſchiedenen Abſtufungen, je nach der Beſchaffenheit des Glaſes ſelbſt, ſehr ſchön gelb. Dasjenige Glas, welches 8—10 Prozente Thonerde enthält, wird weit ſchöner gelb, als wenn nur 2—3 Prozent von dieſer Erde darin vorhanden ſind. Die thonerdehaltigen Gläſer nehmen eine Farbe an, die ſowohl bei durchfallendem als bei reflektirtem Lichte ſehr rein bleibt. Die andern Gläſer aber erſcheinen nur bei durchfallendem Lichte durchſichtig, bei reflektirtem dagegen ſcheinen ſie trübe und grün oder nur grünlich zu ſeyn, was beſonders hervortritt, wenn ſie einen ſchwarzen Körper zur Unterlage haben.

---

dafür ſorgen, daß die weiße und rothe Maſſe gleichzeitig gar iſt, um mit einander verarbeitet werden zu können.

Der Zuſatz von Zinn- oder Eiſenoxydul wirkt desoxydirend und verhindert, daß das rothfärbende Kupferoxydul ſich in Oxyd verwandelt. Ein bleihaltiger Glasſatz ſcheint das Rothe leichter zu konſerviren, als jeder andere. Iſt durch vollkommne Oxydation des Kupfers die rothe Farbe verſchwunden, ſo nimmt das Glas meiſt eine bouteillengrüne Farbe an; der Zuſatz eines desoxydirenden Körpers, wie Kohlenſtaub, roher Weinſtein, Ruß ꝛc. ruft aber bald die rothe Farbe wieder hervor. Schöner iſt jedoch immer das Roth, welches keines ſpätern Zuſatzes bedarf, und man muß dieſen dadurch zu vermeiden ſuchen, daß man den rothen Glasſatz verarbeitet, ſobald er lauter iſt. (Verhandlungen des preußiſchen Gewerbvereins 1828 S. 15.) A. d. E.

Capitel XII.

Gewinnung des Salpeters; natürliche und künſtliche Salpetererzeugung. — Salpeterplantagen.

1525. Man findet an vielen Orten auf der Erdoberfläche ſalpeterſaures Kali, ſalpeterſaure Kalkerde und Magneſia. Dieſe drei Verbindungen erzeugen ſich wahrſcheinlich in vielen Fällen, allein man gewinnt ſie nur dann, wenn ſie in ſo beträchtlicher Menge vorhanden ſind, daß die Arbeitskoſten dabei herauskommen.

In den Ländern der gemäßigten und kalten Zone entſtehen dieſe drei ſalpeterſauren Salze nur in gewiſſen Höhlen und in niedrigen und feuchten Wohnungen in ſolcher Menge, daß ſich deren Gewinnung lohnt; es ſind hierzu vorzüglich die Keller, Ställe, Schäfereien und feuchten Magazine ꝛc. geeignet.

Dagegen bilden ſich dieſe Salze in den heißen Ländern, vorzüglich in Oſtindien, Perſien, Egypten und Spanien auf dem Boden ſelbſt und dehnen ſich zuweilen ſehr weit über denſelben aus. Der Salpeter ſcheint ſich dann nur in einiger Tiefe unter der Erdoberfläche zu erzeugen, wenn dieſe beſtändig feucht bleibt. Dringt der Regen dann in die Erde, ſo wird der Salpeter aufgelöſt und durch die Verdunſtung auf der Oberfläche dringt die Auflöſung vermöge der Haarröhrchen-Anziehung der Erde ſelbſt weiter nach oben und erſcheint in den oberſten Erdſchichten ganz feſt in beträchtlicher Menge.

In beiden Fällen ſind die ſalpeterſauern Salze mit viel erdigen Stoffen vermengt; man ſammelt dann dieſe Erdmaſſe, laugt ſie aus und dampft nun die Salzlaugen ab, um die ſalpeterſauern Salze zu gewinnen. Weiter unten

wollen wir ſehen, wie man ſich der fremdartigen Salze entledigt, und wie man alle ſalpeterſauern Salze in ſalpeterſaures Kali verwandelt. Wir wollen nun zuvörderſt die zur Bildung dieſer Salze erforderlichen Umſtände näher kennen lernen.

Bildungstheorie der ſalpeterſauern Salze.

1526. An den Orten, an welchen ſich die ſalpeterſauren Salze vorfinden, erzeugt ſich Salpeterſäure. Alle ältern Chemiker nahmen an, daß ſich dieſelbe aus dem Sauerſtoffe der Luft und dem Stickſtoffe der vorhandenen thieriſchen Subſtanzen mitten in Stoffen bilde, welche die Säure zu binden fähig ſind. Dieſer Stickſtoff entbindet ſich aus den faulenden Körpern und kommt mit dem Sauerſtoffe in Momente ſeines Übergangs in Gas zuſammen, wodurch alle Bedingungen zur Vereinigung beider Körper gegeben ſind.

Longchamp bezweifelte jedoch dieſe Theorie zuerſt. Verſchiedene Thatſachen ſchienen ihm dadurch nicht genügend erklärt werden zu können und er glaubte deshalb anfangs, daß die Salpeterſäure der natürlichen ſalpeterſauern Salze von Gewitterregen herrühren möchten, welche immer dieſe Säure enthalten, da ſie ſich dann auf Koſten der Luft bildet; allein dieſe Annahme, welche vielleicht auf die ſalpeterhaltige Erde heißer Länder anwendbar ſeyn dürfte, kann nicht in dem gemäßigten Clima gelten. Es hat daher Longchamp eine neue Theorie aufgeſtellt, welche für alle Fälle paßt, und die in Beziehung auf die warmen Länder wahrſcheinlich mit der vorigen vereinigt werden dürfte.

1527. Dieſer Theorie gemäß ſoll nun die Bildung der Salpeterſäure zwar noch auf Koſten der Luft Statt finden, allein auf eine Weiſe, die ſich von der frühern Anſicht weſentlich unterſcheidet. Longchamp behauptet, daß die kohlenſaure Kalk- und Bittererde in fein zertheiltem und feuchtem Zuſtande die Luft abſorbiren, ſie verdichten und nach und nach in Salpeterſäure oder vielmehr in ſalpeterſauren Kalk und Magneſia umwandeln können; noch leichter aber würde das kohlenſaure Kali im geeigneten Zuſtande eine Bildung dieſer Art veranlaſſen können. Nach Longchamp würde ſich alſo dieſe Säure ohne Mitwirkung thieriſcher Stoffe er-

zeugen können, welche vor ihm von den meiſten Chemikern als unerläßlich angeſehen worden iſt.

John Davy, der die Salpeterniederlagen auf der Inſel Ceylon ſorgfältig unterſuchte, ſtellte ebenfalls eine der hier vorgetragenen Anſicht ähnliche Bildungstheorie auf, und auch Prouſt behauptete ſeiner Seits, daß ſich die ſalpeterſauren Salze ohne Mitwirkung thieriſcher Stoffe erzeugten.

1528. Wir haben demnach zu unterſuchen: 1.) ob der Stickſtoff der Salpeterſäure von thieriſchen Subſtanzen herrührt; 2.) oder ob dieſer Stickſtoff im Gegentheil aus der Luft kommt; 3.) ob die thieriſchen Stoffe bei der Salpeterbildung nicht nützlich, oder ſelbſt in gewiſſen Fällen unentbehrlich ſind, ohne daß gerade ihr Stickſtoff zur Bildung der Salpeterſäure erforderlich wäre.

Über gewiſſe Bedingungen iſt man jedoch allgemein einverſtanden, und dieſe ſind:

1.) Die Anweſenheit kräftiger Baſen, wie Kalk, Magneſia oder Kali. Man nimmt ſogar an, daß dieſe Baſen im fein zertheilten Zuſtand ſeyn müſſen; der Kalk muß als Kreide in Pulverform oder als ſehr poröſer Kalkſtein zugegen ſeyn. Ebenſo verhält es ſich mit der Magneſia. Die Mergelarten bieten den Kalk auch in der erforderlichen Form dar; dagegen ſind die Marmorarten der Salpeterbildung ganz ungünſtig.

Thouvenel nimmt an, daß die angeführten Baſen nur im kohlengeſäuerten Zuſtand ſich leicht in Salpeter verwandeln. Sind ſie dagegen frei von Kohlenſäure, ſo geht dieſer Prozeß nur äußerſt ſchlecht von Statten, obſchon ſie dieſe Säure der Luft entnehmen können, was aber nur äußerſt langſam Statt findet, wenn man mit großen Maſſen zu thun hat.

2.) Die Feuchtigkeit. Sie ſcheint durchaus nothwendig zu ſeyn, und nach beiden Theorien läßt ſich dieſes auch nachweiſen. Übrigens dürfen die Stoffe nicht ganz mit Waſſer getränkt ſeyn, wodurch die Abſorption der Luft nur verhindert würde. Die Feuchtigkeit der Gartenerde iſt ungefähr der erforderliche Grad.

3.) Temperatur. Dieſe ſpielt eine wichtige Rolle, denn man darf annehmen, daß bei 0° die Salpeterbildung faſt gar nicht Statt findet, und daß wenigſtens eine Temperatur von 15 bis 20° nöthig iſt, wenn ſie in Thätigkeit kommen ſoll.

4.) Das Licht. Es ſcheint, daß man in den Salpeterplantagen Schwedens deſſen Einfluß noch bezweifelt, allein mehrere Thatſachen ſcheinen doch anzudeuten, daß es nicht ungünſtig hierbei einwirkt. Eine unmittelbare Einwirkung des Sonnenlichts ſelbſt dürfte nur in ſo ferne nachtheilig ſeyn, als die Feuchtigkeit dadurch zu ſchnell verdunſten würde.

1529. Man ſieht leicht ein, daß alle dieſe Bedingungen gleich nothwendig oder günſtig ſind nach den verſchiedenen Hypotheſen, welche über die Salpeterbildung aufgeſtellt worden ſind. Nimmt man alſo an, daß der Stickſtoff der Salpeterſäure von thieriſchen Stoffen herrührt, ſo muß man auch annehmen, daß ſich dieſelbe nur unter dem Einfluſſe ſtarker Baſen erzeugt; dieſe Baſen müſſen fein zertheilt ſeyn, denn der Sauerſtoff der Säure wird wenigſtens zum Theil der Luft entnommen, und dann iſt es nöthig, daß er durch poröſe Körper verdichtet werde. Die Feuchtigkeit iſt nicht minder erforderlich, denn die trocknen thieriſchen Stoffe zerſetzen ſich nicht; dieſe aber müſſen wirklich zerſtört werden, damit der Stickſtoff frei werden, oder wenigſtens eine andere Verbindung eingehen kann. Auch eine höhere Temperatur iſt iſt zur Zerſetzung der thieriſchen Stoffe unumgänglich nöthig, und deshalb iſt keine Salpeterbildung bei 0° oder bei Temperaturgraden möglich, die ſich dieſer nähern.

1530. Nimmt man im Gegentheil an, daß Stickſtoff und Sauerſtoff aus der Luft genommen werden, ſo ſind doch immerhin auch kräftige Baſen zur Bildung der Säure erforderlich und dieſe müſſen dann auch fein zertheilt und porös ſeyn, damit die verdichtete Luft auf eine größere Oberfläche wirken kann. Auch die Gegenwart von Feuchtigkeit iſt nöthig, denn die Berührung zwiſchen einem ſtarren Körper und einem Gaſe iſt äußerſt gering, wenn das Gas nicht in einer Flüſſigkeit aufgelöſt iſt. Die Temperatur begünſtigt hier, ſowie bei allen chemiſchen Prozeſſen die Reaktion. Endlich

kann man ſich ſelbſt den Nutzen organiſcher Stoffe erklären, annehmend, daß durch deren freiwillige Zerſetzung Wärme erzeugt wird, welche die Temperatur der Maſſen ſteigert, und daß durch die gewöhnlichen hygrometriſchen Eigenſchaften dieſer Produkte die Verdunſtung des Waſſers verhindert wird. Daraus läßt ſich nun erklären, warum der Salpeter ſich in heißen Ländern ohne Mitwirkung organiſcher Stoffe zu bilden ſcheint, und warum dagegen in kalten Ländern die Salpeterbildung durch die Anweſenheit dieſer Stoffe begünſtigt wird.

1531. Aus den bis jetzt gemachten Erfahrungen läßt ſich alſo keineswegs genau beſtimmen, welche Rolle die thieriſchen Stoffe bei der Salpetererzeugung ſpielen. Wir wollen nun die Ähnlichkeit verwandter Erſcheinungen darüber zu Rathe ziehen.

Thenard ſah eine eigenthümliche thieriſche Subſtanz ſich plötzlich in Salpeterſäure verwandeln. Dieſe Subſtanz würde ſich unter Umſtänden bilden können, welche der Salpeterbildung vorangehen, und in dieſem Falle würde dann auch die Rolle der thieriſcheu Materie und ihre Nothwendigkeit leicht begreiflich ſeyn. Liebig, der ſich in der neueſten Zeit mit dieſem Gegenſtande beſchäftigte, theilte mir Reſultate mit, welche zu derſelben Folgerung führen, und die ich ſpäter ausführlicher mitzutheilen gedenke.

Nimmt man nun anderer Seits an, daß zur Erzeugung von 100 Thl. Salpeter, die in 75 Thl. trockner oder in 3—400 Thl. feuchter thieriſcher Subſtanz enthaltene Menge Stickſtoff erforderlich iſt, ſo iſt nicht wohl annehmbar, daß dieſe ungeheure Quantität thieriſcher Materie mit den ſich in ſalpeterſaure Salze verwandelnden Baſen, ſowohl auf der Oberfläche heißer Länder, als in den Höhlen von Ceylon oder in denen von de la Roche-Guyon ꝛc. zuſammen vorkommt.

Wenn es alſo auch erwieſen iſt, daß die thieriſchen Stoffe ſich in Salpeterſäure verwandeln, ſo iſt es doch noch ſehr zweifelhaft, ob man ihnen dieſe Rolle ausſchließlich in allen Fällen der Salpeterbildung zuſchreiben darf, oder ob ſie ihnen vorzüglich nur in den angeführten Fällen zukommt.

1532. Iſt es andrerſeits wohl wahrſcheinlich, daß der Stickſtoff und der Sauerſtoff der Luft ſich zu Salpeterſäure verbinden können? Darauf läßt ſich erwiedern, daß dieſe Gaſe ſich wirklich mit Hilfe des elektriſchen Funkens und unter Einfluß des Waſſers mit einander verbinden. Da nun ſtarke Baſen eine kräftigere Wirkung als das Waſſer ausüben, ſo wäre es ſchon möglich, daß die Gegenwart ſolcher Baſen und die Verdichtung der Gaſe dem Elektrizitätseffekt gleich zu achten ſind. Es iſt übrigens bekannt, daß die Kohle, die mit Schwefelwaſſerſtoff angefüllt iſt und mit Sauerſtoff in Berührung kommt, dieſes letztere Gas mit ſolcher Kraft verdichtet, daß ſelbſt in der Kälte zwiſchen beiden Gaſen eine Einwirkung Statt findet. Die Kohle erhitzt ſich, es wird Waſſer gebildet und der Schwefel wird frei. Ferner iſt es bekannt, daß beinahe alle poröſen Körper die Verbindung zwiſchen Sauerſtoff und Waſſerſtoff veranlaſſen gleich dem Platinſchwamm.

Es würde wenig Zweifel mehr obwalten hinſichtlich dieſer Betrachtungsweiſe, die ſich auf Thatſachen ſtützt, welche von J. Davy beobachtet worden, wenn die Verſuche, die Kreide in unſerm Clima in ſalpeterſauern Kalk umzuwandeln, nicht fruchtlos geweſen wären; denn erſt als dieſe mit thieriſcher Subſtanz gemiſcht war oder den Ausdünſtungen faulender Thierſtoffe ausgeſetzt worden, zeigte ſich Salpeterbildung.

1533. Obgleich es nun wahrſcheinlich iſt, daß die Bildung der Salpeterſäure ſchon durch den Einfluß ſtarker, feuchter und fein zertheilter Baſen, an gewiſſen Orten veranlaßt wird, ſo ſcheint es auch faſt gewiß zu ſeyn, daß dieſer Prozeß im gemäßigten Clima beſondern Bedingungen unterworfen iſt. Es müßte wenigſtens ein ſehr ſonderbares Zuſammentreffen von Umſtänden vorhanden ſeyn, wenn alles in den an ſo verſchiedenen Orten gemachten Beobachtungen Irrthum wäre, vorzüglich bei den künſtlichen Salpeterplantagen, von denen ſpäter die Rede ſeyn wird; man ließ hierbei die thieriſchen Subſtanzen ſtets eine wichtige Rolle ſpielen, ſelbſt zu einer Zeit, wo man ſowohl ihre Zuſammenſetzung als die der Salpeterſäure noch nicht kannte.

Alle dieſe Fragen ſind ſicher von der größten Wichtigkeit für die Theorie ſowohl, als für die Praxis. Dieß veranlaßt mich dieſelben von einem neuen Geſichtspunkte zu betrachten, der vielleicht nützlich ſeyn kann, wenn man neue Verſuche in dieſer Hinſicht anſtellen würde.

1534. Man bemerkt, daß in den meiſten Fällen, in welchen ſich Salpeter ohne ſichtbare Mitwirkung thieriſcher Materien bildet, viel ſalpeterſaures Kali erzeugt wird. Es war alſo in den ſalpeterhaltigen Stoffen verhältnißmäßig genug Kali vorhanden; dagegen enthalten gewöhnlich die Salpeterſtoffe der kältern Länder wenig Kaliſalpeter und mehr Kalk- und Magneſiaſalpeter. Es iſt mithin das Kali nur in geringer Menge in dieſen Stoffen zugegen. Wäre es daher nicht möglich, daß hier das kohlenſaure Ammoniak, der beſtändige Begleiter der Zerſetzung thieriſcher Stoffe, die Rolle des Kalis oder vielmehr des kohlenſauern Kalis übernommen hätte? Man würde ſich dann leicht die Nothwendigkeit thieriſcher Subſtanzen erklären können, wenn Kali mangelt, und würde dann nach dieſer Anſicht behaupten dürfen, daß die Erzeugung der Salpeterſäure allenthalben durch die Vereinigung der Luftbeſtandtheile unter dem Einfluſſe verſchiedener, aber ſtets kräftiger Baſen bedingt würde.

Verhielte ſich's wirklich ſo, ſo würde man in den ſalpeterhaltigen Stoffen ſtets auch Ammoniakſalze finden müſſen, wenn nicht Ätzkalk in denſelben vorhanden war. Bis jetzt aber wurde die Anweſenheit dieſer Salze noch nicht angedeutet, und dieß iſt einer der Hauptgründe, welche die Meinung derjenigen Chemiker unterſtützt, welche glauben, daß die thieriſchen Stoffe ſelbſt in Salpeterſäure übergingen.

1535. Aus dieſer Betrachtung aber geht hervor, daß die Salpeterbildung je nach Umſtänden unter dem Einfluſſe verſchiedener Urſachen ſteht, und daß unſere bisherige Kenntniß davon verſchiedene Hypotheſen zuläßt, welche vielleicht ſämmtlich gleichweit von der Wahrheit entfernt ſind.

Man erſtaunt vielleicht darüber und nicht mit Unrecht, daß, nachdem man frühe ſchon angefangen hat ſich mit dieſer Frage zu beſchäftigen, bis auf die neueſte Zeit noch ſo viel Ungewißheit darüber herrſcht; allein wir werden

auch aus dem Folgenden erſehen, daß Verſuche über dieſen Gegenſtand ſo lange dauern, daß nur eine mehrjährige Arbeit zu entſcheidenden Reſultaten führen könnte; und daraus erklärt ſich denn auch, warum ſo wenig Perſonen Luſt und Muth zu ſolchen wiſſenſchaftlichen Unternehmungen haben.

Natürliche Salpetergruben. (Nitrières naturelles.)

1536. Man verſteht darunter eigentlich Stellen in der Erde, welche Ablagerungen von Salpeter enthalten, der ſich ſchon vor der letzten Erdrevolution gebildet hat. Hierher ſcheint das ſalpeterſaure Natron in Amerika allein zu gehören, obgleich zur beſtimmten Entſcheidung hierüber noch weitere Nachrichten fehlen.

Man nennt deshalb natürliche Salpetergruben diejenigen Orte, an welchen ſich zufällig alle zur Salpeterbildung erforderlichen Umſtände vereinigt finden, und wo ſich demzufolge beſtändig und täglich ohne menſchliches Zuthun ſalpeterſaure Salze bilden. An dieſen Salpetergruben bieten ſich uns einige Erſcheinungen dar, deren Betrachtung in Beziehung auf das Verſtändniß künſtlicher Salpeteranlagen nützlich ſeyn dürfte.

1537. Salpetergruben von Zeylon. Nach John Davy, der ſie genau unterſuchte, giebt es daſelbſt zwei und zwanzig. Es ſind natürliche Höhlen, die nach und nach durch die Gewinnung des Salpeters bedeutend vergrößert wurden. Die Wände beſtehen aus Kalkfelſen, der zugleich Talk und Feldſpath enthält. Es iſt bekannt, daß gewiſſe Feldſpatharten ſich an der Luft zerſetzen, und daß ſich dann Kali daraus abſcheidet; dieſes ſcheint auch hier der Fall zu ſeyn. Es ſind demnach drei kräftige Baſen in fein zertheiltem Zuſtand zugegen, die in einem heißen Klima beſtändig in Berührung mit der Luft ſind. J. Davy glaubt nun, daß unter ſolchen Umſtänden der Stickſtoff und der Sauerſtoff der Luft Salpeterſäure bilden in Folge einer beſondern Wirkung, die noch nicht näher gekannt iſt.

1538. Für unerläßlich hält er die gleichzeitige Anweſenheit des Kalkes oder der Magneſia und des Kalis. Er fand nirgends ſalpeterſaures Kali ohne Kalk- oder Magneſiaſalpeter

und nirgends erdige ſalpeterſaure Salze ohne Kaliſalpeter. Die Feuchtigkeit iſt durchaus nothwenig, denn überall, wo die Wände trocken ſind, findet man keine ſalpeterſauern Verbindungen; endlich befördert etwas thieriſche Materie die Salpeterbildung, allein dieſe ſcheint nicht gerade abſolut nothwendig zu ſeyn, wenigſtens nach John Davy's Meinung, welche jedoch auf keine entſcheidende Thatſache ſich ſtützt.

Er bemerkt übrigens zur Unterſtützung dieſer Anſicht, daß in der Höhle von Memoora, welche jetzt ausgebaut iſt, keine Fledermausexkremente ſich finden, welchen man gewöhnlich die Salpeterbildung an dieſen Orten zuſchreibt. Dieſe Höhle, deren Form halbkreisrund iſt, hat 100′ Breite, 80 Fuß Höhe und 200′ Tiefe. Sie befindet ſich in einem 300′ hohen Berg, der mit Wald bewachſen iſt. Der Hintergrund iſt eng und dunkel, der Boden iſt felſig und erhebt ſich ſchnell beim Eingange. Seit fünfzig Jahren arbeitet man ununterbrochen 6 Monate lang bei trockener Jahreszeit darin fort. Als Davy ſie beſuchte, waren ſechzehen Arbeiter darin, von denen jeder jährlich einen halben Zentner Salpeter in die Magazine der Regierung abliefert. Da dieſes wahrſcheinlich eine Abgabe iſt, ſo muß die Erzeugung wenigſtens fünfzehen bis zwanzigmal größer ſeyn; ſie würde dann ungefähr 120 bis 160 Zentner das Jahr ausmachen. Obgleich Davy keine thieriſche Materie auf den Boden der Höhle fand, ſo läßt ſich doch hinſichtlich der großen Oberfläche ihrer Wände und der geringen Mächtigkeit des Daches annehmen, daß die thieriſche oder ſtickſtoffhaltige Materie durch Infiltration des Waſſers von oben hereingedrungen ſeyn kann.

1539. Aus der Analyſe der ſalpeterhaltigen Felsmaſſe dieſer Höhle ergab ſich folgender Gehalt:

ſalpeterſaures Kali	2,4
dergl. Magneſia	0,7
ſchwefelſaure dergl.	0,2
Waſſer	9,4
Kohlenſaurer Kalk	26,5
Erdige, in ſchwacher Salpeterſäure unlösliche Subſtanz	60,8
	100,0

Man findet in dieſem Fels kohlenſauern Kalk, Feldſpath, Quarz, Glimmer und Talk als Beſtandtheile.

1540. Die Ausbeutung der ſalpeterhaltigen Theile iſt ſehr einfach. Man haut mittelſt kleiner Hacken Stücke von der Oberfläche los und zerſchlägt ſolche zu gröblichem Pulver. Dieſes wird mit einer gleichen Menge Holzaſche gemengt und mit kaltem Waſſer ausgelaugt; man dampft dann die erhaltene Lauge in gebrannten Thongefäßen ab, läßt ſie erkalten und kryſtalliſiren. Die erhaltenen Salpeterkryſtalle werden von der Mutterlauge geſondert und in den Handel geliefert.

In der Höhle von Boulatwellegodė, einer der bedeutendſten in Ceylon, fand zwar Davy eine unzählige Menge von Fledermäuſen, allein aus dem Vorhergeſagten ſcheint doch hervorzugehen, daß ihre Gegenwart zur Salpeterbildung nicht unmittelbar nöthig iſt.

Die Salpetergruben von Ceylon, ſowie alle natürlichen Salpetergruben laſſen noch viel Zweifel über die Theorie der Salpeterbildung, denn wegen Mangel an ganz genauen, bis ins kleinſte Detail gehenden Nachrichten läßt ſich dieſe Frage noch nicht genügend löſen.

1541. Salpetergruben von la Roche-Guyon, Mouſſeau ꝛc. Es ſind dieſes Höhlen in Kreidefelſen, welche am Ufer der Seine liegen. Ihre Mündungen liegen gegen Mittag; ſie dienen als Keller, Ställe und ſelbſt als Wohnungen, vorzüglich an ihrer offnen Seite oder wenigſtens nur in einer geringen Tiefe geht die Salpeterbildung vor ſich. Man ſammelt jährlich zu wiederhohlten Malen, und die ſalpeterhaltigen Stoffe werden dann zur Gewinnung des Salpeters auf gewöhnliche Weiſe behandelt.

1542. Salpetergruben in Indien, Egypten und Spanien. Wie bereits oben erwähnt wurde, der Boden dieſer drei Länder bildet an gewiſſen Orten auf eine äußerſt merkwürdige Weiſe Salpeter, die um ſo mehr Aufmerkſamkeit verdient, weil die ſich vorfindende Menge Kaliſalpeter im Allgemeinen nicht unbedeutend iſt.

Die Gewinnung iſt äußerſt einfach, denn ſobald man ſalpeterhaltige Erde findet, wird ſie von der Oberfläche des Bodens einige Zoll tief abgehoben, mit Waſſer eingerührt, dieſes davon abgegoſſen, und dieſe Auslaugung, ſo lange

wiederhohlt, als es nöthig iſt. Die Lauge wird dann in Gräben geleitet und an der Sonne der freiwilligen Verdunſtung überlaſſen. Zuletzt bringt man ſie noch in Keſſel, worin ſie völlig bis zur nöthigen Konzentration abgedampft werden. Hierauf läßt man ſie kryſtalliſiren und erhält ſo den rohen Salpeter. In der Mutterlauge bleibt ſalpeterſaurer Kalk. Kann man ſich Aſche oder andere Stoffe verſchaffen, welche zur Umwandlung desſelben in Kaliſalpeter ſich eignen, ſo iſt dieß äußerſt vortheilhaft, wie nachſtehende Analyſe zeigt. John Davy fand in der Salpetererde von Bengalen im Diſtrikte Tirhoot:

8,3	ſalpeterſaures Kali
3,7	ſalpeterſauren Kalk
0,8	ſchwefelſauren Kalk
0,2	Kochſalz
35,0	kohlenſauren Kalk mit Spuren von Magneſia
40,0	erdige, in Waſſer und Salpeterſäure unauflösliche Subſtanz
12,0	Waſſer mit Spuren von organiſcher Materie
100,0	

1543. Hier iſt die Menge von Kalkſalpeter, wenn gleich viel geringer als in Europa, doch immer noch ziemlich bedeutend. Noch iſt man über die Erſcheinungen, welche dort die Salpeterbildung begleiten, nicht näher unterrichtet.

Man wird ohne Zweifel auch die neue Welt in dieſer Beziehung bald genauer unterſuchen, und alles deutet darauf hin, daß man daſelbſt einſt reiche Ausbeute machen wird.

Künſtliche Salpeteranlagen oder Salpeterplantagen.

1544. So nennt man Anlagen, in welchen man Gemenge zu produziren ſucht, welche ſich zur Salpeterbildung eignen und in denen man übrigens alle Bedingungen, welche dieſen chemiſchen Prozeß begünſtigen, zu realiſiren bemüht iſt.

Die Vortheile dieſer Salpeterplantagen, welche man häufig im nördlichen Europa anwendet, wurden ſeit einigen Jahren in Frankreich bei weitem übertrieben dargeſtellt. Man kennt übrigens jetzt ihren wahren Werth beſſer, und alle diejenigen, welche dieſen Gegenſtand näher unterſucht

haben, ſind überzeugt, daß es vortheilhafter iſt, die hierzu erforderliche Arbeit, das Land und den Dünger auf den Ackerbau zu verwenden.

1545. Man unterſcheidet bei den künſtlichen Salpeterplantagen zweierlei Haupteinrichtungen: die bedeckten Anlagen, die in Schweden gebräuchlich ſind und die Salpetermauern, welche man in Preußen vorzieht. In beiden Fällen hat man ſtets große Erdmaſſen auszulaugen. Gewöhnlich darf man ein Produkt von vier Unzen auf den Kubickfuß annehmen, wenn die Plantage gut iſt, und man muß dann 8000 Kubickfuß Erde auslaugen, um 1000 Kilogr. Salpeter zu erhalten. Zu dieſem Behufe ſind dann wenigſtens 24000 Kubickfuß Erde zur Anlage nöthig, denn die Salpeterbildung erfordert ungefähr drei Jahre Zeit und man laugt dann jedes Jahr ein Drittel von der im Betrieb ſtehenden Maſſe aus.

Wir laſſen hier eine nähere Beſchreibung des üblichen Verfahrens folgen.

Geſchichtete Salpeteranlagen.

1546. Schwediſche Salpeterhütten. Nach Berzelius baut man in Schweden kleine hölzerne Hütten, deren Boden entweder ebenfalls aus Holz oder aus feſt geſchlagenem Thon ſind, und ſchichtet nun darauf ein Gemenge von lockerer Erde, vegetabiliſche und animaliſche Abgänge, die man mit Aſche, Kalk oder Mergel verſetzt; zuweilen legt man auch Reißig dazwiſchen, um den Haufen recht porös zu halten. Von Zeit zu Zeit wird der Haufen mit Rindsharn übergoſſen. Im Sommer ſticht man die Maſſe einmal die Woche und im Winter alle 2—3 Wochen einmal um und ſucht ſie überhaupt ſtets locker zu erhalten, daß die Luft hineindringen kann. Nach 2—3 Jahren iſt der Salpeter gebildet, was man durch Auslaugen einer kleinen Menge Erde findet. Man ſchichtet gewöhnlich die Salpeterhaufen nicht höher als 2 ½—3 Fuß. Die Hütte iſt mit Läden verſehen, welche zugemacht werden, um das Eindringen der Sonnenſtrahlen zu verhindern.

1547. Salpeterplantage zu Longpont. Sie iſt in einem alten Steinbruche errichtet, woraus man ehedem die Steine zum Erbauen der Kirche der ehemaligen Abtei Longpont nahm. Auf den Grund des Steinbruches, wo die Luft leicht zirkulirt, ſchichtet man Erde und Dünger abwechſelnd 4 Zoll mächtig über einander und bedeckt den Haufen zuletzt mit einer Erdſchicht. Darauf leitet man dann nur das aus Ställen abfließende Waſſer, ohne den Haufen beſonders zu begießen, denn der Steinbruch iſt außerdem feucht genug. Nach zwei Jahren iſt der Haufen in Düngererde verwandelt; man bringt ihn dann näher an den Eingang des Steinbruches und läßt ihn noch zwei Jahre liegen, während welcher Zeit man ihn von Zeit zu Zeit umſticht. Der Dünger von 25 Thieren, nämlich von Eſeln, Maulthieren und Kühen liefert 5—600 Kilogr. Salpeter.

1548. Salpeterplantagen zu Appenzell. In dieſem Kanton, ſowie in mehreren andern Gegenden der Schweiz liegen die Ställe an Bergabhängen, ſo daß bloß der Eingang zu ebener Erde iſt; der gegenüber liegende Theil des Gebäudes iſt einige Fuß höher als der Boden und ruht auf Pfählen; es iſt auf dieſe Weiſe der gedielte Boden des Stalles vom Erdboden iſolirt und eine Luftſchicht dazwiſchen. Unter dem Gebäude wird eine Grube gegraben, die ebenſo groß als dieſes und ungefähr 2—3 Fuß tief iſt. Dieſe Grube füllt man mit ſandiger Erde, welche etwas feſt getreten wird. Da dieſe ſehr porös iſt, ſo abſorbirt ſie den Harn der Thiere, den ſie darauf laſſen. Nach zwei bis drei Jahren wird die Erde herausgenommen und behufs der Gewinnung des Salpeters ausgelaugt. Man behauptet gewöhnlich, daß die einmal benützte Erde zur Salpeterbildung weit geeigneter iſt, und daß ſie dann alle Jahre ausgelaugt werden kann. Iſt der Ertrag gut, ſo kann er ſich bei einem Stall auf 500 Kilogr. belaufen. Die Lage der Ställe iſt wichtig; am günſtigſten iſt die gegen Norden.

1549. Salpeteranlagen in Schäfereien. Thouvenel führte dieſe zuerſt ein und das Comité für Schießpulver in Frankreich rieth auch zu deren Ausführung,

weil ſie ſich am beſten mit den landwirthſchaftlichen Arbeiten in Frankreich verträgt.

In den Salpeterplantagen Thouvenels iſt wie bei denen von Longpont die Arbeit in zwei Zeitabſchnitte getheilt. Der erſte begreift die zur Umbildung der organiſchen Stoffe in Düngererde nöthige Zeit in ſich. Man nennt dieß die Vorbereitung der Erde. Der zweite, welcher die eigentliche Salpeterbildung zum Zweck hat, iſt die Zeit der Bearbeitung der Erden.

1550. Die Vorbereitung der Erde iſt einfach und beſteht nur in einem einjährigen Liegen in den Schäfereien oder den Ställen. Man ſticht oder gräbt den guten Grund einen Fuß tief um und läßt die Schafe vier Monate lang in dem Schafſtall, wo man ſie immer mit Streu hinreichend verſorgt. Nach Verlauf dieſer Zeit bringt man den Dünger weg, gräbt die alte Erde um und bringt wieder friſche, etwas feuchte Erde darauf, die 8—9 Zoll hoch gelegt wird. Nach vier Monaten wiederhohlt man dieſe Operation und am Ende des Jahres iſt die Vorbereitung der Erde beendigt.

Die weitere Bearbeitung geſchieht unter Schoppen, die man mit einer Art Mauer aus Erde umgiebt, welche zur Salpeterbildung geeignet iſt. Die zu bearbeitende Erde ſelbſt wird in drei Fuß hohen Schichten unter die Schoppen gebracht, und jeden Monat mit eiſernen, dreizakigen Hacken durch einander gearbeitet, alle zwei Monate aber bis auf den Grund umgegraben. Alle 14 Tage begießt man ſie mit Miſtjauche, in welcher man Schaf- oder Pferdekoth eingerührt hat. Ehe man die Jauche anwendet, läßt man ſie vorher 2—3 Wochen lang gähren. Fährt man mit dieſer Bearbeitung zwei Jahre lang fort, ſo erhält man eine zum Auslaugen geeignete Erde.

1551. Bei allen dieſen Operationen muß man ſorgfältig vermeiden, thieriſche Materie gegen das Ende der Arbeit hinzuzufügen, denn da ſie ſich in dieſem Falle nicht mehr zerſetzen könnte, ſo werden die Laugen ſie zum Theil auflöſen und dadurch die Kryſtalliſation der verſchiedenen Salze ſehr erſchweren. Außerdem würden dieſe ſehr gefärbt ſeyn,

was ſpäter bei der Raffinirung ſich als ein bedeutender Übelſtand kund giebt.

Mauerartige Salpeteranlagen.

1552. Bei allen den beſchriebenen Einrichtungen breitet man die zur Salpeterbildung beſtimmten Stoffe in dünnen Schichten auf den Boden aus, um die Luft gehörig damit in Kontakt zu bringen. In Preußen hatte man das nämliche Reſultat durch ein Verfahren erhalten, durch welches Raum erſpart wird, und das zugleich den Vortheil darbietet, die ſalpeterbildungsfähige Subſtanz auf zwei Seiten in Berührung mit der Luft zu bringen, und folglich ſie dicker anlegen zu können.

Wollte man dieſes Verfahren praktiſch ausführen, ſo dürfte dies vielleicht auf folgende Weiſe mit Vortheil geſchehen.

1553. Zuerſt würde man die Erde vorbereiten müſſen, oder ſie in Düngererde umwandeln. Hierauf müßte man mit der vorbereiteten Erde parallele Mauern von 6 bis 7 Fuß Höhe und 3 bis 4 Fuß Dicke bilden. Die eine Seite würde eben ſeyn, während die andere ſtufenförmig wie Rinnen geformt wäre, um das Regenwaſſer zurückzuhalten. Jede Mauer müßte mit einem Strohdach verſehen werden, um ſie auch gegen zu ſtarken Regen zu ſchützen. Im Boden würden ferner Sammelgruben angelegt ſeyn müſſen, damit das Regenwaſſer ſich daſelbſt anſammeln könnte, um zum nöthigen Begießen vorräthig zu ſeyn. Man würde auch die zur Salpeterbildung nöthigen Stoffe mit Reißig ſchichten, damit ſie lockerer werden und zugleich feſter zuſammenhalten.

In dieſen Anlagen iſt die Verdampfung ſehr ſchnell, allein man kann ſie etwas mäßigen, wenn man mehrere Mauern in geringer Entfernung von einander aufrichtet. Übrigens iſt auch die durch Aufgießen verurſachte Arbeit nicht verloren; man darf nur immer die ſtufenförmige Seite begießen und die Mauern ſo ſtellen, daß der gewöhnlich wehende Wind auf die entgegengeſetzte Seite trifft. Der gebildete Salpeter wird ſo aufgelöſt, kommt nach der ebenen Seite und die Auflöſung dampft hier ab. Das Regenwaſſer,

welches von den Mauern herabfließt, und welches man in den Sammelgruben auffängt, wird zum Begießen verwendet und deshalb kommt auch der darin enthaltene Salpeter oder die thieriſchen Stoffe nach und nach wieder auf jene zurück.

1554. Sobald die Salpeterbildung etwas vorgerückt iſt, kratzt man die ebene Seite der Mauer bis zu einer gewiſſen Tiefe ab, und laugt die erhaltene Maſſe dann wie gewöhnlich aus, um die ſalpeterſauern Salze daraus abzuſcheiden. Nachdem der bei der Auslaugung bleibende Rückſtand mit friſcher vorbereiteter Erde gemengt und mit Miſtjauche eingerührt worden, wird er auf die ſtufenförmige Seite der Mauer gebracht, um dieſer ihre urſprüngliche Dicke wieder zu geben. Wird die Arbeit auf ſolche Weiſe fortgeſetzt, ſo rücken dieſe Mauern von einer Seite nach der andern immer vorwärts, indem ſie ſtets ihre urſprüngliche Form und ihren Parallelismus beibehalten und gleichweit von einander entfernt bleiben. Man kommt ſo nicht in den Fall neue Mauern errichten zu müſſen, was immer nachtheilig iſt, da es außer allen Zweifel zu ſeyn ſcheint, daß die Salpeterbildung ſobald ſie einmal längere Zeit im Gange iſt, weit beſſer vorwärts ſchreitet, als wenn ſie erſt beginnt.

Durch die hier beſchriebene Methode wird man ohne Zweifel allen Bedingungen genügen, welche die künſtlichen Salpeteranlagen zu erheiſchen ſcheinen.

1555. Wenn wir gleich hier die Mittel anzugeben bemüht waren, welche zu einer zweckmäßigen Behandlung der Satpeteranlagen erforderlich ſind und zugleich eine gute Ausbeute verſichern, ſo rathen wir dennoch nicht zur Errichtung ſolcher Anlagen. Wir wünſchen im Gegentheil, daß die Entdeckung eines ökonomiſchen Mittels zur Erzeugung der Salpeterſäure uns dieſes umſtändlichen und langwierigen Verfahrens entheben möchte.

Gewinnung des ſalpeterſauern Kali's.

1556. Jede ſalpeterhaltige Subſtanz wird folgendermaſſen behandelt:

1.) Sie wird ausgelaugt, um die ſalpeterſauern Salze

von den unlöslichen Stoffen zu ſcheiden, welche damit gemengt ſind.

2.) die Laugen werden mit einem Kaliſalz zuſammengebracht, um die erdigen ſalpeterſauern Salze in Kaliſalpeter zu verwandeln.

3.) Muß man die Laugen abdampfen, um den Salpeter kryſtalliſirt zu erhalten.

4.) Iſt eine Läuterung oder Raffinirung des rohen Salpeters nöthig, um die ihn begleitenden fremdartigen Salze abzuſcheiden.

Wir wollen die einzelnen Operationen nun näher beleuchten.

1557. Auslaugung der ſalpeterhaltigen Stoffe. Seit langer Zeit wendet man bei dieſer Operation ein merkwürdiges, in jeder Hinſicht muſterhaftes Verfahren an, welches in allen Fällen befolgt werden ſollte, wo es ſich darum handelt, lösliche Stoffe von einer unlöslichen Subſtanz zu ſcheiden. Die Vorzüge dieſes Verfahrens ſind in der von dem Comité consultatif des Poudres et Salpêtres (Paris 1820) herausgegebenen Anweiſung ſo klar auseinander geſetzt, daß es unmöglich iſt noch eine wichtige Verbeſſerung zu der hieraus anzuführenden Stelle zuzufügen.

Nehmen wir an, man habe 200 Kubickdecimeter ſalpeterhaltige Stoffe, welche vier Prozente oder 8 Kilogr. Salpeter enthalten, in eine mit einem Stichhahn verſehene Kufe gebracht und dazu 100 Liter Waſſer gegeben, welche Quantität hinreicht, um die Maſſe bis auf ihre Oberfläche mit dieſer Flüſſigkeit zu tränken. Nach zwölfſtündigem Kontakte läßt man durch die Öffnung die Lauge abfließen, welche die Hälfte der angewendeten Waſſermenge beträgt; die andere Hälfte wird von der Erde durch die Haarröhrchenanziehung zurückgehalten. War die Maſſe gehörig vom Waſſer durchdrungen, ſo iſt der Salpeter gänzlich aufgelöſt worden. Die Hälfte deſſelben iſt dann in der abgelaufenen Lauge und die andere Hälfte bleibt noch in der naſſen im Bottich befindlichen Erde zurück. Man gießt nun auf dieſe wieder ſo viel Waſſer als Lauge abgelaufen iſt, und öffnet nach Verlauf von zwei

bis drei Stunden aufs Neue den Hahn. Es fließen jetzt auch 50 Kilogr. Waſſer ab, welche die Hälfte des in dem Bottich zurückgebliebenen Salpeters oder den vierten Theil der urſprünglichen Menge enthalten. Eine dritte Auslaugung ſchafft endlich $\frac{1}{8}$ und eine vierte $\frac{1}{16}$ Salpeter aus der Erde weg. Begnügt man ſich mit vier Auslaugungen, ſo hat man folgendes Reſultat:

	angewendetes Waſſer.		erhaltene Flüſſigkeit.
1te Auslaugung	100 Liter	. . .	50 Liter enthaltend 4 Kilogr. Salpeter
2te — —	50 —	. . .	50 — — — 2 — — —
3te — —	50 —	. . .	50 — — — 1 — — —
4te — —	50 —	. . .	50 — — — 0,5 — — —
	Rückſtand 50 Liter + 0,5 Kilogr. Salpeter.		200 Liter — — 7,5 Kilogr. Salpeter.

Der Verluſt beträgt hier alſo nicht mehr als 0,5 auf 8 Kilogr. oder $\frac{1}{16}$ und ein ſolches Reſultat könnte nie durch eine einzige Auslaugung erzielt werden, ſelbſt wenn man ſechzehenmal mehr Waſſer anwenden würde, als die Erde ſelbſt zurückgehalten könnte, nämlich 800 Liter; man würde 750 Liter Flüſſigkeit ſtatt 200 abzudampfen haben. Durch dieſe Auslaugungsmethode erſpart man bedeutend an Brennmaterial und zwar ſo, daß ſich der Aufwand bei dieſem Verfahren verglichen mit dem des Ältern wie 10:35 verhält. Der Gewinn läßt ſich aber noch weiter vermehren, wenn man die bei der erſten und zweiten Auslaugung erhaltenen 100 Liter auf eine neue Menge Erde gießt. die ebenfalls 8 Kilogr. Salpeter enthält, und davon nach einiger Zeit wieder 50 Liter ablaufen läßt. Da nun die in dem Bottich enthaltene Menge Salpeter gleich iſt 8 + 4 + 2 oder 14 Kilogr., ſo muß die Hälfte davon, nämlich 7 Kilogr. ſich in der abgelaufenen Flüſſigkeit vorfinden. Durch dieſes einfache und wohlfeile Verfahren hat man alſo nur 50 Liter Waſſer abzudampfen, um 7 Kilogr. Salpeter zu erhalten, während man dagegen ehemals auf 7,5 Kilogr, 200 Liter zu verdampfen hatte, und die nöthige Menge Brennmaterial wird dadurch noch weiter um drei Viertheile reduzirt.

Aus dem Vorhergehenden läßt ſich nun leicht der bei einer ſolchen Auslaugung zu befolgende Gang abnehmen. Man nimmt dazu drei oder vier Bottiche, je nachdem man

die Maſſe drei oder viermal auslaugen will. Die Stärke oder der Gehalt der Laugen wird mittelſt eines beſondern Aräometers gemeſſen, an welchem jeder Grad einem in den Auflöſungen enthaltenen Prozente Salpeter entſpricht.

Auslaugung von drei Bottichen, von welchen jeder 8 Kilogr. Salpeter enthält

Nummern der Auslaugung.	Bottich A.	Bottich B.	Bottich C.
1te Auslaugung mit 100 Liter Waſſer giebt	50 Liter zu 8° }	— 50 Liter zu 14°	
2te dergl. mit 50 Liter	50 — zu 4° }		
3te dergl. mit 50 Liter	50 — zu 2°	— 50 — zu 8° }	— 50 Liter zu $14\frac{1}{4}$°
4te dergl. mit 50 Liter	50 — zu 1°	— 50 — zu $4\frac{1}{2}$° }	
		— 50 — zu $2\frac{1}{4}$°	— 50 — zu $8\frac{1}{4}$°
		— 50 — zu $1\frac{1}{8}$°	— 50 — zu $4\frac{11}{16}$°
			50 — zu $2\frac{5}{16}$°
			50 — zu $1\frac{2}{16}$°

Was in dem Bottich A vorgeht, iſt bereits bekannt. Der Bottich B wird anfangs mit den zwei erſten Laugen des Bottichs A ausgelaugt. Jene haben nach ihrer Vereinigung mit einander 6° und ſteigen, indem ſie auf den Bottich B gegoſſen werden auf 14°, in welchem Zuſtand die davon abgezogenen 50 Liter ſiedewürdig ſind. Es bleiben nun noch 50 Liter Lauge von 14° in der Erde, zu welchen man wieder 50 Liter von 2° gießt, die von der dritten Auslaugung des Bottichs A herrühren; man erhält alſo davon 50 Liter Lauge zu 8°. Gießt man zuletzt die von A erhaltenen Liter von 1° auf B, ſo giebt dieß eine Salpeterlauge von 4½°, wovon man auch 50 Liter abzieht. Nun aber hat man keine ſchwache Lauge mehr, weil der Bottich A als gänzlich ausgelaugt zu betrachten iſt, wenn die abgezogene Flüſſigkeit nur 1° hat. Um nun beim Bottich B daſſelbe Reſultat zu erhalten, hat man noch zwei auf einander folgende Auslaugungen nöthig.

Was endlich in dem Bottich C vorgeht, bedarf keiner weitern Erklärung.

1558. Nach dieſen vorläufigen Bemerkungen wollen wir die gewöhnliche Salpetergewinnung betrachten. Die zum Auslaugen beſtimmten Maſſen müſſen zertheilt werden, damit das Waſſer leicht in ſie eindringen und alle auflöslichen Stoffe daraus aufnehmen kann. Man zerſchlägt zu dieſem Behufe den ſalpeterhaltigen Mauerſchutt auf einer gepflaſterten Tenne mittelſt einem, mit großen Nägeln verſehenen Schlägel; man wirft die Maſſe hierauf durch einen Durchſchlag, um die groben Theile von den feinen zu ſondern. Da der Mauerſchutt aus Maſſen von verſchiedener Härte beſteht, ſo muß man dieſe mühſame und koſtſpielige Zerkleinerungsmethode anwenden, denn außerdem würde man beſſer und ſchneller mittelſt einer Mühle zu demſelben Reſultat gelangen.

Sind die ſalpeterhaltigen Maſſen zerkleinert und durchgeſiebt, ſo laugt man ſie aus; man bringt ſie in Fäßer, welche auf einem 10—12 Centimeter über den Boden erhöhten Holzgeſtell ſtehen. Aus den Fäßern läuft die Flüſſigkeit durch einen Seiher in einen hölzernen, in den Boden einge-

ſenkten Kanal, der ſie in ein gemeinſchaftliches Reſervoir führt. Die Fäſſer ſind am obern Ende ganz offen und unten mit einem Loch von 16—18 Millimeter im Durchmeſſer verſehen, in welchen man den Seiher anbringt; dieſer kann nach Belieben durch einen hölzernen Zapfen verſchloſſen werden. Vor den Seiher wird gewöhnlich etwas Stroh gelegt, damit die Erdmaſſen ihn nicht verſtopfen. Zuweilen verſieht man die Fäſſer mit einem doppelten Boden, der durchlöchert und vom unterſten Boden 4 Centimeter entfernt iſt. Zwiſchen beide Böden legt man langes Stroh, durch welches das Waſſer ſodann leicht abfließt.

1559. Die ſo vorbereiteten Fäſſer werden mit ſalpeterhaltigem Schutt oder Erde gefüllt; man drückt die Oberfläche der Maſſe etwas feſt und erhöht ſie an dem Rande des Faſſes, um ſie in der Mitte etwas hohl zu haben. Zuweilen legt man auch etwas Stroh herum; beides geſchieht, damit das aufgegoſſene Waſſer nicht zu leicht an den Wänden hinabläuft, und ſo langſamer und vollkommner die Erdmaſſe ſelbſt durchdringt. Sind die Fäſſer alſo gefüllt, ſo gießt man ſoviel Waſſer darauf, daß ſolches 8—10 Millimeter hoch auf der Erde ſteht. Anfangs muß man die Öffnung unten einige Zeit lang verſchloſſen halten, indem ſonſt das Waſſer ſich leicht einige Löcher durch die Erde wühlen könnte, und auf ſolche Weiſe dann ablaufen würde, ohne alle Theile auszulaugen. Wenn man ſtatt der Erde alten Mauerſchutt anwendet, der nicht gehörig zerkleinert worden, ſo können auch bisweilen Stücke darin bleiben, die nur oberflächlich ausgelaugt werden. Hat das Waſſer ſo lange darauf geſtanden, daß es alle auflöslichen Theile aufgenommen haben kann, ſo läßt man die Flüſſigkeit ablaufen, indem man die Zapfen zieht.

Die Salpeterfabrikanten wenden zum Auslaugen der Maſſe eine ſehr verſchiedene Anzahl von Fäſſern, je nach der Ausdehnung ihres Etabliſſements an; 36 reichen für eine Anlage hin, in welcher man jährlich 12—15 Tauſend Kilogramme Salpeter fabriziren will. Die Laugefäſſer werden in drei Reihen, jede zu drei Fäſſern auf ein etwas erhöhtes Balkengerüſte geſtellt. Unter jeder Reihe und zwar

längs derſelben läuft eine hölzerne Rinne, welche die aus den 12 Fäſſern abfließende Salpeterrohlauge aufnimmt und nach dem am Ende der Reihe befindlichen Behälter führt. Oberhalb jeder Reihe wird gleichfalls eine Rinne von Holz angebracht, welche mit ſo viel Löchern verſehen iſt, als Fäſſer vorhanden ſind, woraus dann das Waſſer durch Seiher auf dieſe herab ſich ergießt.

1560. Iſt alles gehörig vorgerichtet und die Fäſſer mit ſalpeterhaltigen Maſſen gefüllt, ſo läßt man Waſſer darauf laufen, und zwar dem Volum nach ungefähr die Hälfte von der Erde; ſind alſo 100 Kubickdecimeter Erde im Faß, ſo ſind dazu 50 Liter Waſſer nöthig.

Man läßt das erſte Waſſer 9—10 Stunden ſtehen und zieht nach Verlauf dieſer Zeit den Zapfen, damit es in die Rinne laufen kann. Da nun die Erde jedes Faſſes ungefähr die Hälfte des darauf gelaufenen Waſſers noch zurückhält, ſo erhält man von jeder Tonne nur 25 Liter. Nimmt man an, die erhaltene Rohlauge habe 10°, ſo iſt die zurückgebliebene von derſelben Stärke; durch neues Aufgießen von Waſſer wird dieſe nach und nach ausgezogen. Man gießt bei der zweiten Auslaugung die Hälfte der zuerſt angewendeten Waſſermenge darauf und fährt nun ſo fort mit dieſer Operation, bis die abfließenden Laugen nur noch ½° haben. Die ſpäter erhaltenen ſchwächern Laugen werden zum Auslaugen friſch gefüllter Fäſſer gebraucht, und nur die erſten, welche 10—12 Grad haben, dampft man ab. Durch das Aufgießen der abgelaufenen Laugen auf neue Fäſſer wird eine beſtimmte Ordnung und ein regelmäßiger Betrieb bei dieſer Arbeit hergeſtellt.

In einer im Betrieb ſtehenden Salpeterhütte enthält die erſte Faßreihe friſche Erde, die zweite einmal ausgelaugte und dritte zweimal ausgelaugte Erde. Gewöhnlich begnügt man ſich mit dreimaligem Auslaugen; allein es hängt dieß immer von dem Gehalt der Lauge ſelbſt ab. Würde nämlich die dritte Lauge noch ziemlich reichhaltig ſeyn, ſo müßte man eine vierte Auslaugung vornehmen.

Die Laugen, welche von der dritten Faßreihe ablaufen, d. h. von Erde, die bereits zweimal ausgelaugt worden,

nennt man Waſchwaſſer (eaux de lavage). Man bringt dieſe auf die zweite Faßreihe, oder auf die nur einmal ausgelaugte Erde; ſie laufen hiervon als Schwachlaugen (petites eaux) ab, und geben endlich, nachdem ſie auf die erſte Reihe gegoſſen worden, die ſtarke Lauge (eaux fortes). Während Letztere abfließt, leert man die dritte Reihe Fäſſer aus, füllt ſie mit friſcher Erde, und giebt die ſtarke Lauge darauf, die noch Salpeter aufnimmt und nun die ſiedewürdige Lauge giebt.

Man würde viel Zeit verlieren, wenn man jedesmal, um die Lauge auf eine Reihe Fäſſer zu bringen, warten wollte, bis die vorhergehende Reihe zu fließen aufgehört hat. Man gießt ſie fortwährend auf, ſobald ſich davon im Sammelbehälter etwas vorfindet, und auf ſolche Weiſe ſind die drei Reihen faſt zu gleicher Zeit ausgelaugt. Man bringt die Lauge von einer Reihe zur andern mittelſt Schöpfeimern oder durch eine kleine bewegliche Pumpe, die man in die Behälter nach einander ſetzt, um die Flüſſigkeit in die obere mit Seihern verſehene Rinne zu pumpen. Es iſt begreiflich, daß durch dieſe Auslaugungsmethode die Bottiche der erſten Reihe, ſpäter die zweite und endlich die dritte Reihe bilden, und daß man ſo mit drei Reihen daſſelbe leiſten kann, wozu außerdem vier erforderlich wären.

1561. Es giebt eine andere noch viel einfachere, bequemere und vortheilhaftere Art des Auslaugens; ſie beſteht darin, daß man ſtatt der Fäſſer Käſten von Eichenholz anwendet, welche eine lange Trichterform haben. Dieſe Käſten ſind 4 Meter lang, 1 Meter hoch, 2 Meter oben und 15 Decimeter unten breit. Längs der einen von den zwei groſſen Seiten, ſo wie an der Bodenfläche ſind ſie mit Löchern (aaa Fig. 1 Taf. 18) verſehen, welche 1 ½ Decimeter von einander entfernt ſind. In ſie können hölzerne Rohre k (Fig. 2) eingeſetzt werden, die man nach Belieben öffnen kann, um die Lauge abfließen zu laſſen. Der Boden bildet eine ſchiefe Ebene bb (Fig. 2), welche ſich einen halben Decimeter gegen die nicht durchbohrte Seite erhebt, gegen die durchlöcherte Wand aber ſich neigt. Man legt über die Löcher ein Brett cc, welches ſchief auf der Vorderſeite und dem Boden auf-

liegt; dieſes ungefähr 3 Decimeter breite Brett iſt ſeiner ganzen Länge nach mit kleinen Löchern verſehen. Man bedeckt es mit einem Weidengeflecht, damit die Löcher nicht durch die Erde verſtopft werden können, und die Auslaugung ungeſtört vor ſich gehen kann. Dieſe Käſten müſſen ſtark von gutem Eichenholz verfertigt ſeyn und wenigſtens eine Dicke von 5 Centimeter haben; an den zuſammengefügten Stellen werden die Seiten noch durch ſtarke Leiſten ddd ꝛc. (Fig. 1 und 3) verſtärkt, von denen 10 auf den zwei längern und 4 auf den kürzern Seiten angebracht ſind. Die Ecken werden durch mehrere eiſerne Bänder eee ꝛc. (Fig. 1) noch ſtärker befeſtigt. Damit die beiden längern Seiten ſich nicht durch den Druck der Erdmaſſen auswärts biegen, werden ſie durch zwei eiſerne mit Schrauben verſehene Bolzen ff (Fig. 2 und 3) zuſammengehalten, welche einen Dezimeter vom obern Rand entfernt durch dieſelben gehen und beide feſt an die Querſtangen drücken.

Um jeden Verluſt an Lauge zu verhindern, welche vielleicht durch einige Fugen rinnen könnte, ſtellt man die Käſten auf einen gedielten Boden gg (Fig. 2), der ſich in eine hölzerne Rinne endigt, die in die Erde eingeſetzt iſt und mit der Bodenfläche in einer Ebene liegt. Dieſe Rinne führt die abträufelnde Lauge nach Behältern, die ungefähr 4 Hektoliter faßen.

1562. Zwei ſolcher Käſten reichen für die größte Salpeterhütte hin, weil ſie ungefähr 60 Tonnen von der hier üblichen Größe faſſen. Um dieſe ſehr einfache Auslaugemethode noch leichter und vortheilhafter zu machen, wendet man eine Pumpe an, um die Käſten mittelſt Rinnen, die über denſelben aufgehangen ſind, zu begießen; es ſind dieſe in gewiſſer Entfernung von einander mit Löchern verſehen, wodurch das aufgepumpte Waſſer herabfließen kann. Außerdem hat man noch eine kleine mobile Pumpe, welche in die Behälter eingeſetzt wird, um die Laugen von einem Kaſten in den andern zu bringen.

Dieſe Käſten nehmen weniger Raum ein, erfordern viel weniger Reparatur und ſind weit leichter zu füllen und auszuleeren als die Fäſſer. Um die in den Salpeterhütten

gewöhnlich aufgeſtellten drei Reihen Fäſſer zu erſetzen, wären eigentlich auch drei Käſten nothwendig, allein es genügen ſchon zwei derſelben.

1563. Beim Beginnen des Auslaugens gießt man ſoviel Waſſer darauf, daß daſſelbe, nachdem es die ganze Maſſe durchdrungen hat, noch ungefähr 1 Dezimeter hoch darüber ſteht. Das erſte Waſſer läßt man 24 Stunden auf der Erde ſtehen, indem die Abzugslöcher verſchloſſen bleiben. Nach Verlauf dieſer Zeit läßt man es in die Behälter ablaufen. Sobald es nicht mehr fließt, ſteckt man den Zapfen wieder hinein und gießt aufs Neue Waſſer auf, welches man ſo oft wiederhohlt, bis die ablaufende Lauge nur noch einen halben Grad zeigt.

Iſt die von der erſten Auslaugung erhaltene Lauge ſchwächer als 10^{0}, ſo gießt man ſie auf den zweiten Kaſten, deſſen Abzugslöcher verſchloſſen ſeyn müſſen, und behandelt dieſen ſowie den erſten. Dieſer aber wird nach vollſtändigem Auslaugen aufs Neue mit Erde gefüllt, worauf dann die ſchwachen Laugen des zweiten Käſtens gegoſſen werden; iſt auch dieſer ausgelaugt, ſo verfährt man wie bei dem erſten.

1564. Sättigung der Laugen. Die erhaltene Lauge enthält außer Salpeter alle übrigen in der Erde vorhandenen auflöslichen Salze und außerdem noch organiſche Subſtanzen. Noch kennt man die Natur und die Eigenſchaften dieſer organiſchen Stoffe nicht genau, die ſelbſt je nach Umſtänden wieder verſchieden ſeyn können. Die Salze ſind entweder ſalpeterſaure oder ſalzſaure (Chloride) und nach der Lokalität in ſehr wandelbaren Mengen-Verhältniſſen vorhanden. Die aus den Laugen des pariſer Gypsſchuttes dargeſtellten Salze enthalten:

Salpeterſaures Kali und Chlorkalium .	10
ſalpeterſauren Kalk und Magneſia . . .	70
Chlornatrium	15
Chlorcalcium und Magneſium	5
	100

Dieſes oder ein ähnliches Salzgemenge muß man nun ſo behandeln, daß alle ſalpeterſauren Salze in ſalpeterſaures Kali verwandelt werden; man wendet zu dieſem Behufe käuf-

liche Pottaſche, ſchwefelſaures Kali, Chlorkalium oder ganz einfach nur Aſche an.

1565. Man löſt die Pottaſche in der doppelten Gewichtsmenge Waſſer auf, vermiſcht dieſe Auflöſung mit der ſiedewürdigen Salpeterlauge und rührt die Flüſſigkeit wohl um. Es ſetzt ſich ſogleich kohlenſaurer Kalk und Magneſia ab und es bleibt nur ſalpeterſaures Kali, Chlorkalium und Kochſalz noch aufgelöſt. Sobald der Niederſchlag ſich ganz geſetzt hat, gießt man die Salzlauge ab und dampft ſie ein.

1566. Wendet man ſchwefelſaures Kali an, ſo füllt man ungefähr drei Viertel einer tiefen Kufe mit Siedelauge von 20°, die man entweder durch Abdampfen oder durch Vermiſchen mit Mutterlauge ſo ſtark erhalten hat, und gießt den fünften Theil einer Auflöſung des ſchwefelſauren Salzes von 20° hinzu. Das Gemenge wird umgerührt und ſetzt nach und nach ganz langſam einen Niederſchlag ab, der zugleich viel färbende Theile mit niederreißt, wodurch die Salzlauge ziemlich entfärbt wird. Man nimmt mehr oder weniger ſchwefelſaures Kali je nach der Beſchaffenheit der Salpeterrohlauge, immer aber muß man ſoviel davon nehmen, daß die Kalkſalze vollkommen zerſetzt werden. Dieſes Verfahren iſt minder bequem als das vorhergehende, indem die Reaktion erſt in der Wärme Statt hat, und die Keſſelwände ſich deshalb mit Gyps bedecken. Das ſchwefelſaure Kali ſchafft jedoch die Magneſiaſalze nicht weg; um dieß aber zu bewerkſtelligen, darf man der Lauge nur etwas Kalkmilch im Überſchuß zufügen und dann die Maſſe gut umrühren. Die Magneſia ſetzt ſich nach einiger Zeit ab, indem der Kalk an ihre Stelle in die Verbindungen getreten iſt. Es iſt demnach einleuchtend, daß durch das Hinzufügen einer gehörigen Menge ſchwefelſauren Kali's alle Kalkſalze zerſetzt werden, und dann bleibt in der Lauge nur ſalpeterſaures Kali, Chlorkalium, Kochſalz und etwas ſchwefelſaurer Kalk.

1567. Will man die ſiedewürdige Lauge mit Aſche behandeln, ſo nimmt man einen Bottich, ähnlich dem, der zum Auslaugen der Erde angewendet wird; man bedeckt den Boden mit Stroh und legt ein Stück grobe, ganz dünne Packleinwand darauf. Die Aſche wird vorher geſiebt, um

die Kohlen davon zu ſondern und dann gleichmäßig angefeuchtet, ſo daß ſie ſich mit der Hand ballen läßt, ohne gerade zu feſt zuſammenzuhalten. Man bringt nun davon eine 16 Centimeter dicke Lage auf das Leinentuch und drückt dieſe etwas feſt mit einem unten flachen Stöſſel. Man bringt neue Aſchenſchichten darauf, die ebenfalls ziemlich feſt geſchlagen werden, und fährt damit fort, bis endlich der Bottich halb voll iſt; die Oberfläche wird dann mit einer Kelle glatt geſtrichen, die man gewöhnlich auch gebraucht, um die Aſche bei jedesmaligem Aufgießen von Waſſer etwas aufzuſcharren. Man muß auf den Aſchenbottich ein Körbchen mit Stroh ſetzen, damit das aufzugießende Waſſer die Aſche nicht aufwühle.

Man gießt alle ſiedewürdige Lauge auf den Aſchenbottich und zwar ſo, daß 15 Maaß Lauge auf 1 Maaß Aſche kommen. Die ausgelaugte Aſche wird dann mit friſch auszulaugender Erde gemengt, um das darin noch zurückgebliebene Salpeterwaſſer wieder zu gewinnen.

Während die Salpeterlauge nun durch die Aſche dringt, erleidet ſie dieſelbe Zerſetzung, wie bei der Behandlung mit Pottaſche, und läuft noch ziemlich klar ab. Auch das in der Aſche befindliche ſchwefelſaure Kali wird auf dieſe Weiſe mit dem kohlenſauern Salz zugleich benützt.

1568. Auch das Chlorkalium läßt ſich zur Zerſetzung der Kalkſalze anwenden. Zu dieſem Behufe ſchafft man zuerſt die Magneſiaſalze mittelſt Kalkmilch fort. Hierauf fügt man zu der dekantirten Flüſſigkeit die nöthige Quantität eines Gemenges von gleichen Atomen Chlorkalium und Glauberſalz, nämlich 93 vom Erſtern und 89 vom Letztern. Hierdurch wird der Kalk als Gyps niedergeſchlagen; außerdem aber wirkt noch während des Abdampfens das Gemenge in Folge der Wechſelwirkung beider darin enthaltenen Salze, gerade wie ein Gemenge von Kochſalz und ſchwefelſaurem Kali thun würde.

Man kann alſo durch Zufügung einer gehörigen Menge von ſchwefelſaurem Natron das in den Salpeterrohlaugen enthaltene Chlorkalium gänzlich in Kochſalz verwandeln und die entſprechende Menge Kali benützen.

1569. **Erſter Sud.** Hat man ſo viel geſättigte Rohlauge, um einen Sud vornehmen zu können, ſo füllt man einen eingemauerten kupfernen Keſſel (Fig. 4, 5, 6) damit an, und bringt die Flüſſigkeit zum Sieden. In dem Maaße als das Waſſer verdampft, fügt man neue Lauge hinzu; gießt man aber zu viel auf einmal hinein, ſo wird durch die Abkühlung das Sieden unterbrochen und dadurch die Arbeit verzögert. Dieſer Übelſtand wird vermieden, indem man den Bottich, in welchem die Sättigung vorgenommen und der Niederſchlag erzeugt wird, über den Keſſel ſtellt. Aus dem Bottich, der mit drei über einander befindlichen Abzugsröhren verſehen iſt, kann man die Lauge langſam zufließen laſſen.

Man erſetzt durch dieſes Mittel in kleinen Hütten die Abdampfpfanne, welche man in großen Etabliſſementen anwendet, und der Fig. 5 und 6 dargeſtellt iſt. Dieſe Pfanne b wird durch den heißen Rauch erwärmt, welcher von dem Feuerraum des Keſſels abzieht. Sie enthält ungefähr die Hälfte der Flüſſigkeitsmaſſe, welche dieſer faßt, und kann mittelſt einer Röhre in dieſen abgelaſſen werden.

Sobald die Lauge im Siedekeſſel zu kochen anfängt, ſo bildet ſich auf deren Oberfläche viel weißer Schaum, der von thieriſchen und vegetabiliſchen Materien herrührt. Dieſer Schaum wird abgeſchöpft und auf den friſchen auszulaugenden Gypsſchutt gegoſſen; ſobald der erſte Schaum abgenommen worden, bildet ſich wieder neuer und ſofort bis die Verdampfung beendigt iſt. Man wirft ihn auch wohl in einen über dem Keſſel ſtehenden Kaſten und läßt ihn vorher abtropfen. Da der letzte Schaum reicher an Salpeter iſt als der erſte, ſo wäſcht man ihn vorher mit Waſſer, ehe man ihn auf die Erde wirft. Die Flüſſigkeit trübt ſich ſchnell und die mittelſt eines Überſchuſſes von Kohlenſäure aufgelöſte kohlenſaure Kalk- und Bittererde, fällt in dem Maaße zu Boden als die Kohlenſäure ſich verflüchtigt. Wenn dieſe Erden ſich auf den Boden des Keſſels abſetzten, ſo würden ſie ſich ſo feſt anlegen, daß ſie nur äußerſt ſchwierig und nicht ohne den Keſſel zu beſchädigen, wieder losgebrochen werden könnten. Da ſie übrigens auch der Kryſtalliſation

hinderlich ſeyn und die Reinheit des Salpeters beeinträchtigen würden, ſo iſt es wichtig dieſen Übelſtand zu vermeiden. Man ſtellt deshalb mitten in die Flüſſigkeit 6 Centimeter vom Boden des Keſſels ein weites flaches Gefäß, in welches die Erden größtentheils niederfallen, vermöge der durch das Sieden der Flüſſigkeit bewirkten Bewegung, welche von dem Umfang des Keſſels ausgeht und nach dem Mittelpunkt zugeht. Jenes Gefäß iſt an einer Kette aufgehangen, welche auf einer Rolle niedergelaſſen werden kann. Es wird von Zeit zu Zeit, wenn man es voll glaubt, empor gezogen und in einen Kaſten geleert, der über dem Keſſel ſich befindet und mit einem Loche verſehen iſt, damit die Lauge wieder abtropfen kann.

Man muß das Sieden immer möglichſt gleichförmig zu erhalten ſuchen, damit es vorzüglich gegen das Ende nicht zu raſch vor ſich gehe, wodurch die Flüſſigkeit leicht überſteigen kann.

1570. Die Siedelauge enthält immer mehr oder weniger Kochſalz, je nach der Beſchaffenheit der ausgelaugten Erde. Da dieſes Salz nicht gleich dem Salpeter in heißem Waſſer viel auflöslicher iſt als im kalten, ſo kryſtalliſirt es ſchon während des Abdampfens. Man zieht dann das flache Gefäß heraus; das Salz kryſtalliſirt auf dem Boden des Keſſels, von wo man es mit dem Schaumlöffel herausnimmt und in einen aus Weiden geflochtenen Korb wirft, der über dem Keſſel angebracht iſt, damit jenes abtropfen kann.

Sobald die Kryſtalliſation beginnt, iſt es rathſam, etwas langſamer zu feuern; es wird zwar die Operation etwas verzögert, allein es ergiebt ſich daraus ein regelmäßigeres Reſultat; die Salze kryſtalliſiren freier und beobachten hierbei mehr das Geſetz ihrer Auflöslichkeit. Sobald das Kochſalz in Menge kryſtalliſirt, ſo hat die Flüſſigkeit bald die gehörige Konzentration erreicht; um dieſes auszumitteln, läßt man von der heißen Lauge einige Tropfen auf einen kalten glatten Körper fallen; iſt der gehörige Konzentrationsgrad vorhanden, ſo erſtarren dieſe Tropfen.

1571. Nach 15—18 Stunden hat ſich das Kochſalz, ſowie die übrigen fremdartigen Körper, welche durch die Be-

wegung des Siedens in der Flüſſigkeit aufgeſchlämmt erhalten wurden, an den Seitenwänden und auf dem Boden abgeſetzt. Man ſchöpft ſodann die Lauge aus dem Keſſel, indem man vorſichtig alle Berührung mit den abgeſetzten, ſalzigen und erdigen Theilen vermeidet. In kleinen Hütten wird die abgeſchöpfte Flüſſigkeit in kupferne Pfannen gebracht und ſo lange abgekühlt, bis ſie die Temperatur der äußern Luft angenommen haben, wodurch die Kryſtalliſation bewirkt wird. Je nach der Temperatur der Luft kryſtalliſirt die Lauge ſchneller oder langſamer; im Winter reichen 3—4 Tage dazu hin, im Sommer aber iſt längere Zeit dazu erforderlich, und man erhält auch in dieſer Jahrszeit weniger kryſtalliſirten Salpeter, weil die Mutterlauge mehr aufgelöſt zurückhält. Iſt die Kryſtalliſation beendigt, ſo gießt man die Flüſſigkeit ab und neigt die Keſſel oder Pfannen etwas um, damit die Kryſtalle abtropfen können.

In großen Salpeterhütten wird die Kryſtalliſation weit ſchneller und leichter bewerkſtelligt; man dekantirt den ganzen Sud in ein großes kupfernes Becken mit flachem Boden, welches ſpäter näher beſchrieben werden ſoll; in dieſem Gefäße wird die Flüſſigkeit nach der bei der Raffinirung üblichen Methode zum Kryſtalliſiren gebracht.

1572. Enthalten die Mutterlaugen entweder noch ſalpeterſaure Erdſalze oder überſchüſſiges Alkali, ſo können ſie weiter benützt werden: man vereinigt ſie dann mit der Siedelauge. Erhält man durch öftere Wiederhohlung dieſer Operationen zu ſtark gefärbte Mutterlaugen, ſo iſt es beſſer ſie wieder auf den auszulaugenden Mauerſchutt zu gießen. Sind noch erdige Subſtanzen im Salpeter vorhanden, ſo ſchafft man dieſe durch Abwaſchen weg; auch der beim Abſchäumen erhaltene Salpeter wird auf dieſe Weiſe weiter gereinigt.

Der am Kochſalz noch hängende Salpeter wird folgendermaſſen wieder gewonnen: man füllt einen Keſſel bis auf ein Drittel ſeiner Höhe mit Waſſer, erhitzt dieſes bis zum Kochen und ſättigt es dann mit reinem Kochſalz.

In dieſe Auflöſung hängt man hierauf einen mit dem abzuwaſchenden Salz gefüllten Korb. Die Flüſſigkeit, welche

bereits mit Kochſalz geſättigt iſt, nimmt nur noch den Salpeter auf, der am Salze hängt. Nachdem der Salzkorb eine Zeit lang in der Flüſſigkeit gehangen, zieht man ihn heraus und läßt ihn abtropfen; dieſe Operation wird dann mit einer neuen Menge Salz wiederhohlt u. ſ. w. Das vom Salpeter befreite Salz wird an die Eishändler, Laboranten und Landleute verkauft. Wegen eines möglichen Kupfergehaltes darf man es nicht zu häuslichen Zwecken anwenden. Das Waſchwaſſer, welches nun Kochſalz und Salpeter enthält, wird nachher zu den Siedelaugen gegeben.

Der Salpeter läßt ſich auch auf andere Weiſe vom Kochſalz entfernen. Man fügt zu dem Salze den vierten Theil ſeines Gewichtes Waſſer und erhitzt dann bis auf 40—50° C. Man rührt wohl um, nimmt dann den Rückſtand heraus und läßt ihn wohl abtropfen. Das Waſſer löſt faſt allen Salpeter auf und ſättigt ſich zugleich mit Kochſalz, von dem es aber nur den zehnten Theil der angewandten Menge aufnimmt; man fügt es nachher zu der Siedelauge.

Das rohe Kochſalz enthält von 5 bis 20 Prozent Salpeter, es lohnt ſich alſo wohl die Mühe, es auf eine oder die andere Weiſe zu behandeln. Außerdem enthält es noch Chlorkalium; will man auch dieſes benützen, ſo muß man dem ſalpeterhaltigen Waſſer noch ſchwefelſaures Natron zufügen. *)

Läuterung oder Raffinirung des Salpeters.

1573. Das rohe kryſtalliſirte ſalpeterſaure Kali enthält ungefähr 25 Prozente fremdartige Subſtanzen, die man davon entfernen muß. Die dieſe Sonderung bezweckende Operation nennt man das Läutern oder Raffiniren des Salpeters.

Das Läutern gründet ſich darauf, daß der Salpeter in heißem Waſſer viel auflöslicher iſt, als die Chloride des Natriums und Kaliums, wodurch er gewöhnlich verunreinigt iſt.

*) Bei Anlegung von Salpeterplantagen machen wir auf folgende ſehr empfehlenswerthe Schrift aufmerkſam: „Faßliche Anleitung zu der Erzeugung und Gewinnung des Salpeters von A. F. Gehlen. Nürnberg 1815. A. u. E.

Es giebt mehrere Läuterungsarten; nach der älteſten wird der Salpeter zweimal nach einander aufgelöſt und jedesmal wieder kryſtalliſirt, wodurch er möglichſt rein dargeſtellt wird.

Zweiter Sud. Man bringt in einen Keſſel ſechs Theile Waſſer und dreißig Theile Salpeter, den man nach und nach hineinſchüttet; die Auflöſung wird einige Zeit im Kochen erhalten, wodurch der Extractivſtoff und die erdigen Stoffe einen Schaum bilden, der abgenommen wird. Fängt der Schaum an in geringerer Menge erzeugt zu werden, ſo giebt man etwas Leim hinzu. Zu dieſem Behufe löſt man in einem kupfernen Keſſel etwas Leim in Waſſer auf. Man ſchüttet die Auflöſung nach und nach in den großen Keſſel und rührt wohl um; dieſer Leim reißt alle leichten, in der Flüſſigkeit ſchwimmenden Körper mit ſich auf die Oberfläche, wodurch eine große Maſſe Schaum entſteht, der ſogleich abgenommen wird. Wenn ſich der Schaum allmählig vermindert, gießt man etwas kaltes Waſſer in den Keſſel, rührt aufs Neue tüchtig und ſchäumt wieder ab; hierauf giebt man zum zweiten, dritten und viertenmal kaltes Waſſer in den Keſſel, bringt die Flüſſigkeit wieder zum Sieden und dämpft dann ſogleich das Feuer. Hat man die Salpeterauflöſung einige Stunden ruhig ſtehen gelaſſen, ſo gießt man ſie in kupferne Becken und bedeckt dieſe mit Brettern, damit ſie langſamer abkühle. Dieſe Becken werden dann wie bei der Kryſtalliſation des rohen Salpeters ſchief auf Käſten geſtellt, damit die Mutterlauge abtropfen kann.

1574. Dritter Sud. Nach der erſten Läuterung erhält man den Salpeter in feſten Kuchen; in dieſem Zuſtande iſt er ſchon viel reiner, allein da er noch aus Laugen kryſtalliſirte, welche viel Chloride enthalten, ſo iſt auch er ſelbſt damit noch verunreinigt. Um dieſe nun gänzlich wegzuſchaffen, löſt man ihn wieder auf und nimmt dazu 1 Thl. Waſſer auf 3 Thl. Salpeter; die Auflöſung wird dann wie die vorige mit Leim behandelt, abgeſchäumt, und endlich wieder kryſtalliſirt.

Der aufs Neue erhaltene kryſtalliſirte Salpeter wird zum Abtropfen auf eine Bretterbühne gebracht. Auf dieſer

Bühne ſind mit Blei ausgeſchlagene Traufrinnen angebracht, längs welcher man die Salpeterkuchen aufſtellt. Die Rinnen endigen in eine größere, welche mit einem Sammelbehälter in Verbindung ſteht. Der zum Trocknen beſtimmte Ort muß ſehr luftig ſeyn, um dieſe Operation zu beſchleunigen, denn es ſind immerhin einige Monate nöthig, bis der Salpeter vollkommen trocken iſt.

Die Produkte der Läuterung ſind: der Schaum, der erdige Niederſchlag und die gereinigte Lauge, welche kryſtalliſirt und den Salpeter vom zweiten und dritten Sude giebt.

Der Schaum vom zweiten Sud wird wie der vom erſten behandelt; dagegen iſt der von der dritten Läuterung viel reiner als die Übrigen und enthält mehr Salpeter. Man löſt dieſen in etwas Waſſer auf und läßt ihn durch ein feines Sieb laufen; die Flüſſigkeit liefert dann ziemlich ſchönen Salpeter, und die rückſtändige Lauge wird zu dem erſten Schaum gegeben. Die erdigen Niederſchläge, welche man bei der Läuterung erhält, werden zu den bei der erſten Operation erhaltenen gefügt und wie dieſe behandelt. Die Mutterlaugen der zweiten und dritten Läuterung werden gleich der erſten benützt.

1575. Dieß iſt die alte Läuterungsmethode, welcher man jetzt aber die nachfolgende vorzieht:

Der zur Läuterung beſtimmte Keſſel wird am Vorabend des Tages, an welchem die Arbeit vorgenommen werden ſoll, mit 600 Kilogr. Waſſer und 1200 Kilogr. rohen Salpeter angefüllt. Man macht dann unter den Keſſel Feuer, damit während der Nacht der Salpeter ſich auflöſen kann. Am andern Morgen verſtärkt man das Feuer und fügt noch mehr Salpeter hinzu, bis endlich die Menge deſſelben 3000 Kilogr. beträgt. Während der ganzen Zeit rührt man beſtändig und nimmt den ſich bildenden Schaum ab. Hat der Salpeter einige Zeitlang gekocht und ſich vollſtändig aufgelöſt, ſo nimmt man das auf dem Boden befindliche nicht aufgelöſte Kochſalz heraus. Man gießt dann von Zeit zu Zeit kaltes Waſſer in die Auflöſung, damit jenes Salz, was durch die Wärme der Flüſſigkeit aufgelöſt bleiben konnte, noch ge-

fällt werde. Sobald kein neuer Salzniederſchlag ſich mehr zeigt, ſo gießt man in den Keſſel 1 Kilogr. aufgelöſten flandriſchen Leim, rührt wohl um und ſchäumt dann ab, während man immer Waſſer bis zu dem Belaufe von 400 Kilogr. von der erſten Gabe angerechnet hinzugießt, ſo daß man zuletzt 1000 Kilogr. Waſſer im Keſſel hat.

Schäumt die Flüſſigkeit nicht mehr und hat ſie ſich geklärt, ſo iſt die Arbeit beendigt; man zieht das Feuer unter dem Keſſel hervor, und läßt nur ſoviel noch darunter, als nöthig iſt, um die Temperatur bis zum folgenden Tage auf 88° C zu erhalten; in dieſem Zuſtande muß ſie dann 67—68° auf dem Aräometer zeigen.

Um dieſe Flüſſigkeit aus dem Keſſel zu nehmen, bedient man ſich der Schöpfeimer und verfährt dabei mit möglichſter Vorſicht, um die Auflöſung nicht zu trüben; die letzten Portionen werden deshalb auch zurückgelaſſen. Die ausgeſchöpfte Salpeterauflöſung wird in die Kryſtalliſirkäſten (Taf. 18. Fig. 7. und 8.) getragen, welche man ſtets in die Nähe des Siedekeſſels ſtellt. Sobald der größte Theil der Auflöſung in dem Kaſten iſt, rührt man beſtändig mit Krücken, um ſie in Bewegung zu erhalten und dadurch die Abkühlung zu beſchleunigen. Sowie der Salpeter zu kryſtalliſiren anfängt, zieht man ihn auf den Rand des Kaſtens herauf, wo er angehäuft wird, um ſchnell abtropfen zu können. Sobald die oberſten Schichten eines Haufens weiß zu werden anfangen, nimmt man ſie mit einer Kelle ab und bringt ſie in den Waſchkaſten. Während man nun den Salpeter, welcher in dem Maaße als er fein nadelförmig kryſtalliſirt zu Boden fällt, beſtändig herauszieht, fährt man zugleich mit dem Umrühren der Flüſſigkeit fort, damit keine größern Kryſtalle ſich bilden können. Iſt die Temperatur allmählig ſo weit geſunken, daß ſie die der umgebenden Luft höchſtens um 4—5° übertrifft, was ungefähr nach 6—7° Stunden der Fall iſt, ſo hat man allen kryſtalliſirbaren Salpeter erhalten. In Folge der doppelten Neigung des Kryſtalliſirkaſtens hat ſich nun alle Mutterlauge an dem einen Ende angeſammelt, wo ſie leicht mit Schöpfkellen herausgenommen werden kann.

Dieſe Mutterlauge beträgt kaum 5—600 Kilogr. und hat ungefähr 45—48° auf dem Aräometer.

1576. Der aus dem Kryſtalliſirkaſten herausgezogene Salpeter wird in die Waſchkäſten gethan (Fig. 10 und 11) und ſo aufgehäuft, daß er 14—16 Centimeter über den obern Rand derſelben hervorragt, um das ſpäter beim Waſchen erfolgende Zuſammenſinken des Haufens einigermaſſen wieder auszugleichen. Man begießt nun den Salpeter, nachdem man die in dem Boden des Kaſtens befindlichen Löcher durch Zapfen verſchloſſen hat, abwechſelnd mit reinem mit Salpeter geſättigtem Waſſer, und fährt ſo lange damit fort, bis die ablaufende Flüſſigkeit die Aräometergrade einer bei der herrſchenden Temperatur geſättigten Salpeterauflöſung zeigt. Erſt dann kann man verſichert ſeyn, daß alle Chloride aufgelöſt worden, und daß das Waſchwaſſer nur noch Salpeter aufnehmen könnte, wenn man es *länger* damit in Berührung ließe.

Die jedesmal aufgegoſſene Flüſſigkeit läßt man ungefähr zwei bis drei Stunden über dem Salpeter ſtehen, und dann durch die Öffnungen abfließen, wozu abermals eine Stunde erforderlich iſt, damit alles vollſtändig abtropfe.

Die vom erſten Aufguß herrührende Flüſſigkeit, ſowie ein Theil der zweiten wird, weil ſie am meiſten fremdartige Stoffe enthält, bei Seite geſtellt und am Ende der ganzen Arbeit mit der Mutterlauge abgedampft. Der Reſt enthält faſt bloß Salpeter und wird zum Waſchen neuer Quantitäten von Salpeter gebraucht. Die beim Waſchen anzuwendende Waſſermenge darf nie mehr als 36 Gießbecher zu 2 Liter betragen. Gewöhnlich wiederhohlt man das Begießen dreimal, das erſte und zweitemal braucht man je 15 Becher und das letztemal nur 6. Da die vom letzten Begießen erhaltene Flüſſigkeit zu zwei Drittheilen der zweiten gefügt und damit neuer Salpeter begoſſen wird, ſo folgt daraus, daß, indem bei der ganzen Läuterung nur einmal mit reinem Waſſer begoſſen wird, dieſes immer eine mit Salpeter geſättigte Lauge giebt, welche zum erſten Begießen eines neuen Salpeterquantums genommen wird. Wenn nun zum vollſtändigen Waſchen eines Kaſtens nicht weniger als 36 Gieß-

becher voll Flüſſigkeit genommen werden können, ſo folgt daraus, daß dieſe aus 15 Bechern mit Salpeter geſättigtem und aus 21 Bechern reinem Waſſer beſtehen.

Nachdem der Salpeter 5—6 Tage in den Waſchkäſten geſtanden hat, bringt man ihn auf den Trockenraum. Dieſer wird durch den vom naheliegenden Keſſel fortgehenden Rauch geheitzt. Man rührt beſtändig den Salpeter mit ſtarken hölzernen Schaufeln, um zu vermeiden, daß er auf dem Grund der Trockenpfanne ſich anlege und zuſammenballe; auch wird durch das Umrühren die Wärme gleichmäßiger durch die ganze Maſſe verbreitet. Erſt nach Verlauf von vier Stunden kann der Salpeter trocken ſeyn, was man leicht daran erkennt, wenn er ſich nicht mehr an die Schaufeln hängt, und in die Hand gedrückt nicht in Klumpen zerfällt; er iſt dann vollkommen weiß und pulverig. In dieſem Zuſtand läßt man ihn durch Meſſingdraht-Siebe laufen, um die Ballen zu zertheilen und die zufällig hineingefallenen Körper davon zu ſondern. Nachdem er nun ganz fertig geworden, ſo wird er in Säcke oder Fäſſer verpackt. Die Trockenpfanne kann man leicht zweimal füllen und 7—800 Kilogr. darin trocknen. Man erhält als Produkt einer Läuterung von 3000 Kilogr. im Durchſchnitt 1750 bis 1800 Kilogr. ſehr reinen Salpeter, der ganz beſonders zur Pulverfabrikation beſtimmt iſt.

1577. Um den übrigen Salpeter wieder zu gewinnen, behandelt man die Mutterlauge beſonders. Es würde dieſes aber nicht nöthig ſeyn, wenn der Salpeter ſchon von erdigen Salzen gänzlich gereinigt wäre; finden ſich dieſe noch darin vor, ſo kryſtalliſiren ſie ſelbſt nicht und widerſetzen ſich auch der Kryſtalliſation des Salpeters. Durch die weitere Behandlung der Mutterlaugen ſucht man die erdigen Salze zu zerſetzen, welche man eigentlich ſchon vor der Läuterung hätte zerſetzen können. Zu dieſem Behufe füllt man einen der zum Läutern beſtimmten Keſſel mit Mutterlauge, zu welcher man die vom erſten Begießen des kryſtalliſirten Salpeters erhaltene Auflöſung fügt. Man macht Feuer unter denſelben und ſobald die Maſſe ins Kochen kommt, giebt man immer neue Mutterlauge hinzu, bis zu dem Belauf von

von 70 Aufgüſſen (bardées) (jeden zu 100 Kilogr.) mit Inbegriff der erſten Füllung des Keſſels; dieſe 70 Aufgüſſe beſtehen aus 60 Mutterlauge und 10 Waſchwaſſer vom erſten Begießen. Man richtet es gewöhnlich ſo ein, daß die neu hinzuzugebende Lauge entweder aus einer Abdampfpfanne oder aus einem oberhalb angebrachten Bottich nach und nach in den Keſſel fließen kann; es wird dieſelbe dann vorläufig ſo erwärmt, daß ſie während des Zufließens die Temperatur der Auflöſung im Keſſel nicht ſo herabſtimmen kann, daß das Sieden unterbrochen würde. Man ſchäumt die Flüſſigkeit beſtändig ab und hohlt das ſich abſetzende Kochſalz vom Boden herauf, während immer neue Auflöſung zufließt; dieſe Arbeit kann dann vier bis fünf Tage dauern. Sobald die Flüſſigkeit auf zwei Drittel ihres anfänglichen Volums abgedampft iſt, ſo giebt man eine Auflöſung von 1 Kilogr. Leim in 15 Kilogr. heißem Waſſer hinzu und rührt um. Es wird mit dem Abſchäumen fortgefahren und das Kochſalz herausgenommen, welches man mit etwas warmem Waſſer abſpült und dieſes wiederum in den Keſſel gießt. Sobald die Flüſſigkeit durch den Leim geklärt iſt, ſo giebt man einen Aufguß (100 Kilogr.) kaltes Waſſer hinzu und nimmt abermals ſorgfältig alles niedergeſchlagene Kochſalz heraus. Man gießt jetzt eine mit Waſſer verdünnte Pottaſchenauflöſung hinein, welche die Zerſetzung der Erdſalze bewirkt, ihre Baſen niederſchlägt und das Kochen unterbricht. Nachdem das Gemenge wohl umgerührt und das Feuer zum Theil gedämpft worden, läßt man die Flüſſigkeit 12 Stunden lang ruhen. Während dieſer Zeit ſetzt ſich der erdige Niederſchlag vollkommen auf dem Boden des Keſſels ab. Man gießt die Flüſſigkeit in den Kryſtalliſirkaſten, und zwar ſo vorſichtig als möglich, um ſie nicht zu trüben; ſie wird nun ebenſo behandelt wie die Flüſſigkeit von der erſten Läuterung. Man nimmt höchſtens 6—7 Aufgüſſe Mutterlauge davon ab und erhält zuletzt den Salpeter, nachdem er gehörig abgeſpült worden, vollkommen rein.

Die bei dieſer Arbeit erhaltene Mutterlauge wird auf die nämliche Weiſe weiter behandelt. Der Schaum und das Kochſalz wird wie gewöhnlich abgeſpült.

Salpeterprobe.

1578. Der Rohſalpeter vom erſten Sud enthält viel Chloride, allein wenn er zerrieben und dann mit kaltem Waſſer abgewaſchen worden, ſo bleiben nicht mehr als 12—15 Prozent darin. Von dieſem Gehalte müſſen ihn die Salpeterſieder in Frankreich an die der Läuterungsanſtalt vorſtehende Adminiſtration abliefern. Um hier nun den Gehalt des Salpeters genau zu finden, muß er folgender Probe unterworfen werden.

Man giebt in einen Glasbecher, welcher vier Hektogramme des zu prüfenden Salpeters enthält, einen halben Liter mit reinem Salpeter geſättigtes Waſſer; das Gemenge wird $\frac{1}{4}$ Stunde lang beſtändig mit einem Glasſtabe umgerührt und dann einen Augenblick ruhig ſtehen gelaſſen. Wenn ſich das Salz abgeſetzt hat, dekantirt man die Auflöſung auf ein Filter.

Man gießt auf die Probe ein neues Quantum Waſſer genau halb ſo groß als das zuerſt angewendete; die Maſſe wird wieder $\frac{1}{4}$ Stunde lang umgerührt und auf das Filter gebracht, worauf man bereits die erſte Auflöſung gegoſſen hat. Der Becher wird rein ausgeſpült und mit einem Löffel alle Salpetertheilchen herausgenommen.

Es muß hier als ein weſentlicher Umſtand bemerkt werden, daß nach ſorgfältig angeſtellten Verſuchen die 7 $\frac{1}{2}$ Deciliter der mit Salpeter geſättigten Flüſſigkeit, welche zum Abwaſchen der Probe angewendet werden und zuſammen 88 Dekagramme wiegen, nur ungefähr 264 Gramme Kochſalz auflöſen können, was für 400 Gramme der Probe ein Verhältniß von 0,66 geben würde; in dieſem Falle würde dann aber, wenn das Salz in größerer Menge vorhanden wäre, der Überſchuß nicht mehr aufgelöſt werden, ſondern im Rückſtand verbleiben, der für Kaliſalpeter angeſehen wird.

Um dieſen Nachtheil zu umgehen, iſt es dann unerläßlich, jedesmal, wenn die Probe mehr als 240 Gramme oder 0,60 verliert, den Rückſtand zum dritten Mal abzuſpülen mit $\frac{1}{2}$ Liter geſättigter Salpeterauflöſung, welches Quantum dann

in jedem Falle hinreicht, um den übrigen Rückſtand, ſollte er auch ganz aus Kochſalz beſtehen, aufzulöſen.

Iſt das Filter abgetropft, ſo nimmt man es vorſichtig aus dem Trichter, damit es nicht zerreiße und kein Salpeter verloren gehe. Es wird nun auf einem zweifachen Bogen grauem Fließpapier ausgebreitet, welches auf einem flachen Holzdeckel liegt, der mit Filterabſchnitten belegt iſt, worunter man abſorbirende Stoffe wie Kreide, Kalk, Aſche ꝛc. gelegt hat. Man breitet mit einem Löffel ſo gleichmäßig als möglich den Salpeter auf dem entfalteten Filter aus und läßt dann den Holzdeckel auf dem Tiſche des Laboratoriums 24 Stunden ſtehen, während welcher Zeit der größte Theil der am Salpeter adhärirenden Flüſſigkeit abſorbirt wird. Iſt dieſes geſchehen, ſo läßt er ſich leicht vom Filter abnehmen.

Man wendet hierzu einen Löffel, und um die letzten Antheile vom Papier zu entfernen, ein ſpatelförmiges Meſſer an. Der Salpeter wird in den Becher gethan, in welchem die Probe abgeſpült worden und dann auf einem Sandbade bei gelindem Feuer getrocknet, bis endlich das Salz weder am Glaſe noch an dem Stäbchen, womit es umgerührt wird, adhärirt.

Endlich beſtimmt man das Gewicht des getrockneten Salpeters ſehr genau und die Differenz zwiſchen dieſem Reſultat und den 400 Grm. rohen, zum Verſuche angewendeten Salpeter giebt, indem man noch 2 Prozent von der probirten Quantität oder 8 Grm. zu derſelben rechnet, die eigentliche Menge fremdartiger Stoffe, welche in der Probe ſowohl als in der ganzen Lieferung, von der ſie genommen war, enthalten iſt.

Dieſe Addition von 2 Prozent zu dem Unterſchied ſoll einem leicht ſich einſchleichenden Irrthum begegnen. Nämlich das mit Salpeter geſättigte Waſſer löſt nicht nur keinen Salpeter mehr auf, ſondern läßt ſogar, während es Kochſalz aufnimmt, etwas davon fallen. Die Menge Salpeter, welche ſich nun aus der Auflöſung abgeſetzt hat, muß alſo von dem rückſtändigen reinen Salpeter abgezogen werden,

und nach ſorgfältig angeſtellten Verſuchen ſchätzt man ſie auf zwei Prozent. *)

*) In Schweden bedient man ſich einer einfachern und ſchnellern Methode, um den von den Grundeigenthümern an die Krone abzuliefernden Salpeter zu probiren, die jedoch ein minder ſcharfes Reſultat als die franzöſiſche Probe giebt. Man ſchmelzt nämlich den rohen Salpeter in einer Gießkelle über Kohlen und gießt ihn, ſobald er fließt, in kleine Blechkäſten, ſo daß das erſtarrte Stück wenigſtens einen Zoll dick iſt. Iſt der Salpeter rein, ſo iſt er nun im Bruche ſtrahlig und zwar gewöhnlich grobſtrahlig. Eine Beimengung von 1 1/4 Prozent Kochſalz macht dieſen ſchon weniger grobſtrahlig; ein Zuſatz von 2 1/2 Prozent bildet in der Mitte des geſchmolzenen Salpeters einen Streifen, der nicht ſtrahlig iſt und ſind gar 3 1/3 Prozent vorhanden, ſo zeigt derſelbe nur noch an den Kanten einen ſtrahligen Bruch. Dieſes Probiren, welches vom Oberdirektor Schwartz in Stockholm erfunden worden, geht ſo ſchnell, daß man bei einem gleichzeitigen Gebrauche von drei Gießkellen bequem 30 Proben in einer Stunde machen kann. (S. Berzelius Lehrbuch der Chemie Bd. 2. S. 465.) A. u. E.

Capitel XIII.

Schießpulver. — Eigenſchaften, Bereitung und Anwendung deſſelben.

1579. Jeder kennt dieſes merkwürdige Gemenge, welches ſeit Jahrhunderten ſchon über das Schickſal der Völker entſcheidet. Allein auch die Fortſchritte der Zivilisation begünſtigt es und bietet ſowohl dem Bergmann als dem Ingenieur ein treffliches Mittel dar, um die Hinderniſſe, welche ihm die Erdrinde entgegenſtellt, ſchnell zu beſeitigen. Zuweilen wird es auch in den Händen des Kunſtfeuerwerkers das leuchtende Symbol öffentlicher Feſte. Welche Anwendung aber auch immer davon gemacht werden mag, ſo behält das Pulver doch ſtets ſeine weſentlichen Eigenſchaften. Als mechaniſches Agens ſteht es in Beziehung auf ſeine Kraft dem Dampf zur Seite und übertrifft denſelben noch an vielſeitiger Brauchbarkeit und durch die Leichtigkeit, mit welcher es ſich zu den verſchiedenartigen praktiſchen Zwecken anwenden läßt.

Die Erfindung des Pulvers bildet eine der wichtigſten Epochen in der Geſchichte des Menſchengeſchlechts. Dieſes Gemenge, welches in chemiſcher Hinſicht nicht gerade ein beſonderes Intereſſe darbietet, verdient jedoch hier eine ausführlichere Betrachtung, ſowohl hinſichtlich ſeiner techniſchen Anwendung, als auch wegen der politiſchen Intereſſen, die ſich gegenwärtig daran knüpfen. Wir wollen nun ſeine Zuſammenſetzung, Eigenſchaften, Bereitung und verſchiedene Anwendung näher kennen lernen.

1580. Das Schiespulver iſt ein Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle in verſchiedenen Verhältniſſen. Sehr viele und ſorgfältige Verſuche wurden zu verſchiedenen Zeiten angeſtellt, um die zweckmäßigſte Miſchung zu erfor-

ſchen, allein merkwürdiger Weiſe iſt man ſtets wieder auf die älteſten Vorſchriften zurückgekommen; es beweiſt dieß, daß ſchon in der erſten Zeit der Entdeckung desſelben ſehr gute Verſuche angeſtellt worden ſeyn müſſen.

Es iſt bekannt, daß das Pulver erſt in dem Augenblick, wo es ſich entzündet, ſeine Wirkung äußert, und die Natur ſeiner Miſchung zeigt an, daß die ſich entwickelnde Kraft von der plötzlichen Verwandlung in Gas herrührt. Die entſtehenden Gaſe können nur Kohlenſäure, Kohlenoxydgas, Stickſtoff oder Stickſtoffoxyd ſeyn. Aus dieſen vorläufigen Bemerkungen ergeben ſich die Bedingungen, welche bei den zur Pulverbereitung nöthigen Stoffen erforderlich ſind.

Wahl und Zubereitung der Urſtoffe.

1531. Salpeter und Schwefel. Beide Stoffe müſſen möglichſt rein ſeyn. Wir haben im Vorhergehenden gezeigt, wie der Salpeter geläutert wird, und haben bereits oben erwähnt, wie man durch Deſtillation einen höchſt reinen Schwefel gewinnt. Den deſtillirten Schwefel in feſten Maſſen wendet man in Frankreich an, weil er ſehr billig zu ſtehen kommt und doch ebenſo rein iſt als die gewaſchenen Schwefelblumen. Rohe Schwefelblumen dürfte man wegen des Gehaltes an ſchweflichter Säure und Schwefelſäure nicht nehmen, weil dieſe Stoffe der Qualität des Pulvers Eintrag thun würden.

1532. Kohle. Die zur Pulverbereitung nöthige Kohle muß ſorgfältig ausgewählt werden; es kommt dabei vorzüglich die Art des Holzes, als auch die Verkohlungsmethode in Betracht. In Frankreich zieht man die Faulbaum- Pappel- Erlen- Linden- und Weiden-Kohle vor; gewiß kann aber auch die Kohle von der Haſelſtaude, vom Spindelbaum und Hartriegel angewendet werden. In Spanien zieht man die Hanfkohle vor.

Jede Art von Kohlen eignet ſich jedoch nicht zur Fabrikation des Pulvers. Prouſt gab ein ſehr einfaches Mittel an, um ſie auf ihre Anwendbarkeit zu prüfen. Er mengte 12 Grm. Kohle und 72 Grm. Salpeter; dieſes Gemenge wurde wurde hierauf fein gerieben und in eine kleine kupferne

Röhre von 2 ½ Zoll Länge und 3 Linien im Durchmeſſer geſchüttet und zuſammengedrückt. Oben auf dieſes Gemenge ſchüttet man etwas Jagdpulver und befeſtigt einige Linien unterhalb des obern Randes der Röhre eine Korkſcheibe, welche jene auf einem mit Waſſer gefüllten Gefäße ſchwimmend erhält.

Vermöge dieſer Vorrichtungen hat man allen Bedingungen Genüge geleiſtet, welche das Verbrennen des Gemenges möglich machen können. Offenbar iſt nun diejenige Kohle, welche am ſchnellſten verbrennen wird, die beſte und es muß dagegen jene verworfen werden, welche zum Verbrennen die längſte Zeit erfordert.

1583 Hier folgen einige von Prouſt angegebene Thatſachen.

Gemenge von 72 Gran Salpeter und 12 Gran Kohle.	Dauer der Verbrennung nach Sekunden.	Gewicht des Rückſtandes.
Kohle von Hanfſtengeln	10	12 Gran.
— — Goldwurzſtengeln	10	12 —
— — Weinreben	12	20 —
— — Kichernſtengeln	13	21 —
— — Fichten	17	30 —
— — Faulbaum	20	41 —
— — Spindelholz	21	27 —
— — der Haſelſtaude	23	30 —
— — ſpaniſche Pfefferſtengeln	25	36 —
— — Maisſtengeln	25	38 —
— — Kaſtanienbaum	26	36 —
— — Nußbaum	29	33 —
— — Maiskörnern	55	43 —
— — der Steinkohle (Koke)	50	45 —
— — Zucker	70	48 —

Folgende Kohlen verbrennen gar nicht in der Röhre: Kohle von Stärke, Roggen, Reis, Galläpfeln, Quajak, Heidekraut, Indigo, Kleber, Gallerte, Eiweiß, Blut und Leder; folglich jede thieriſche Kohle, ſo wie die einiger Pflanzenſubſtanzen.

Diejenige Kohle, welche ſich demnach zur Bereitung des Pulvers vorzüglich eignet, iſt die vom Faulbeerbaum nebſt der Kohle von allen oberhalb deſſelben aufgeführten Holzarten. Neben der Reihe, welche die Dauer der Ver-

brennung anzeigt, iſt zugleich eine zweite, welche das Gewicht des Rückſtandes angiebt, der in der Röhre bleibt. Es ergiebt ſich daraus, daß der Rückſtand um ſo geringer iſt, als die Verbrennung ſchneller Statt findet; ein verſtändiger Beobachter, dem vielleicht nicht jederzeit ein Sekundenpendel zu Gebote ſteht, darf deshalb nur bei Proben dieſer Art den Rückſtand vorzüglich beachten.

1584. Das zu verkohlende Holz muß immer im Saft geſchnitten werden, und iſt nicht zu gebrauchen, wenn es bereits abgeſtorben iſt. Man zieht gewöhnlich die 5—6 jährigen Äſte vor und ſchält ſolche, weil es eine bekannte Sache iſt, daß das alte Holz und die Rinde verhältnißmäßig mehr Aſche giebt, und daß dadurch alſo die Kohlendoſis vermindert wird. Man könnte zwar die Aſchenmenge in Rechnung nehmen, allein ihre Anweſenheit ſchadet wieder in anderer Hinſicht, weshalb man am Beſten thut, ſich an die in dieſer Beziehung gemachte Erfahrung zu halten.

Die zu verkohlenden Äſte müſſen ungefähr 2 Centimeter dick ſeyn; die dickern werden geſpalten. Man bindet das zubereitete Holz in Bündel von 2 Meter Länge und 3 Decimeter im Durchmeſſer, welche dann ungefähr 15 Kilogr. wägen.

Die Verkohlung kann nicht in Meilern vorgenommen werden, weil die Erde, womit man dieſe bedeckt, ſich leicht mit der Kohle vermengen und dadurch große Nachtheile herbeiführen könnte. Man verkohlt deshalb in Gruben, Öfen oder durch Deſtillation.

1585. Verkohlung in Gruben. Soll die Operation gelingen, ſo dürfen die Gruben nicht zu groß ſeyn. Um 1000 Kilogr. Kohle zu erhalten, (ein ſchon ziemlich großes Quantum) iſt eine Grube von 3 Meter Breite, 3 Meter Länge und 12 Dezimeter Tiefe erforderlich. Die vier Wände und der Boden ſind aus Backſteinen möglichſt gut konſtruirt. Der Boden iſt flach, die Seitenwände abgedacht und die Steine auf die hohe Kante geſtellt. Rings um die Grube herum wird der Boden feſt geſchlagen und auf zwei einander gegenüber liegenden Seiten ſauber gekehrt.

Die beiden übrigen Seiten ſind mit etwas fettem Sand bedeckt, der jedoch mit der Kelle leicht bearbeitet werden kann.

Nachdem dieſe Vorbereitungen gemacht worden, legt man eine ſtarke Stange der Quere nach in die Grube; auf dieſe ſtützt man die erſte Reihe Holzbündel, welche verbrannt werden ſollen, und zwar ſo, daß unten in der Grube ein leerer Raum bleibt. Die erſte Reihe wird nun mit andern bedeckt, ſo daß ein regelmäßiger Haufen gebildet wird, welcher ungefähr einen Meter hoch über die Grube hervorſteht. Es werden beiläufig zweihundert Bündel auf einander gehäuft, und zwar ſo, daß der Haufen oben nicht breiter iſt, als die Grube, und ſtets in Verbindung mit dem leeren Raum bleibe, welchen man auf dem Boden der Grube gelaſſen hat. Es wird nun in jenen ein Strohbündel nebſt Holzſpähnen geſteckt und angezündet. Man verſtopft die Öffnung, welche man oben zu dieſem Zwecke gelaſſen hatte, ſogleich mit einigen Bündeln und bald zeigt ſich dann die Flamme auf allen Seiten.

Man läßt nun das Feuer brennen bis die Stange endlich, nachdem ſie ſelbſt angebrannt iſt, zerbricht und die Bündel, welche ſie ſtützte, zuſammenſinken macht. Die Kohle würde nun zum Theil verbrennen, wenn man nicht das Feuer durch friſches Holz unterhielte. Man giebt alſo nach und nach ungefähr ſo viel neue Bündel hinzu als man anfangs angewendet hatte. Da aber der regelmäßig aufgeführte Haufen zerſtört iſt, ſo muß man die Verbrennung überall, wo ſie aus Mangel an Luft aufhören will, wieder zu befördern ſuchen. Zu dieſem Behufe hebt man die Maſſe von Zeit zu Zeit durch Hacken überall, wo es nöthig iſt, empor.

1586. Sobald ſich bei der Verbrennung keine Flamme mehr zeigt, ſo ſieht man die Verkohlung als geendigt an, wenn nämlich ſchon ſo viel Holz zugegeben worden, daß die Grube ganz angefüllt iſt. Die Oberfläche wird nun ſchnell geebnet und mit angefeuchteten Wollendecken bedeckt. Auf dieſe wird nun zubereitete Erde geworfen und mit den Füſſen feſtgetreten, ſo daß kein leerer Raum mehr zwiſchen der Kohle und der Decke bleibt. Dieſe Arbeit muß ſchnell vollbracht werden, und ſo vorſichtig, daß die Decke nirgends

zerreißt, wodurch dann leicht die Flamme durchdringen könnte. Man tritt die Erde nach und nach überall feſt, bis kein Rauch mehr durchdringt, vorzüglich aber an denjenigen Punkten, wo er anfangs am ſtärkſten hervorbricht.

Die Grube kann erſt nach drei oder vier Tagen geleert werden; wollte man dieß früher thun, ſo könnte die Kohle ſich wieder entzünden. Man nimmt dann die Erde und die Decke ſorgfältig ab und zieht die Kohle heraus, von der man übrigens die nicht vollkommen verkohlten Theile abſondert.

Die Kohlenausbeute iſt ſehr verſchieden; 400 Bündel zu 15 Kilogr., welche zuſammen 6000 Kilogr. Holz ausmachen, ſollen 950—1000 Kilogr. Kohle geben, oder 16—17 Prozent.

Dieſes Verfahren gleicht dem von Lachabeauſſière (566) und es würde ſehr verbeſſert werden, wenn man von dieſem die Blechhaube zum Erſticken des Feuers entlehnte; und wenn man ferner die Grube kreisrund anlegen würde, wodurch ſie um ein Drittel oder die Hälfte weniger Raum einnähme.

1587. Verkohlung in Öfen. Dieſes, obgleich minder vortheilhafte Verfahren gleicht dem bereits früher (638) bei der Darſtellung der Koke beſchriebenen. Der Ofen hat zwei Eingänge; der Heerd aus Backſteinen iſt flach und das Gewölbe zylindriſch. Man öffnet die zwei Thüren, wirft 10 Holzbündel auf den Heerd und zündet ſie an. Sobald das Feuer hell brennt, ſchließt man die Thüre, durch welche man das Feuer angezündet hat, läßt aber die andere offen, um den Rauch einen Ausgang zu verſchaffen. Man ſchürt das Holz von Zeit zu Zeit zuſammen und ſchiebt die verkohlten Partien nach dem Grunde zu. Nähert ſich die Verkohlung ihrem Ende, ſo ſchließt man die zweite Thüre. Nach einer Viertelſtunde zieht man hierauf die Kohlen aus dem Ofen und wirft ſie in Blechbehälter, um ſie zu erſticken; erſt nach einigen Tagen nimmt man ſie von da wieder heraus.

Wollte man dieſes Verfahren verbeſſern, wobei man immer viel Abgang hat, ſo müßte man die Einrichtung wie beim Kokeofen treffen und auch die Verkohlung ſo leiten.

1588. Deſtillirte Kohle. Dieſe Art von Kohle wurde zuerſt in England mit Erfolg zur Pulverfabrikation angewendet; auch in Frankreich verſuchte man ſpäter dieſelbe zu bereiten, allein aus Mangel an genügenden Berichten darüber, deſtillirte man ſie wahrſcheinlich zu ſtark, und die erhaltenen Kohlen waren dann weder ſchlechter noch beſſer als die auf gewöhnliche Weiſe dargeſtellten.

Die Deſtillation bietet vorzüglich den Vortheil dar, daß das Holz theils bis zu einem beliebigen Grad, theils durch die ganze Maſſe gleichförmig verkohlt werden kann; man iſt deshalb im Stande, die Verkohlung nur ſo weit zu treiben, daß man die Kohle im Zuſtand eines Brandes erhält, wenn es erforderlich ſeyn ſollte. So weit wurde gerade das Holz in England zu dieſem Zwecke verkohlt und gegenwärtig wird auch in Frankreich die Pulverkohle durch Deſtillation ſo zubereitet. Die Kohle, welche in Gruben und Öfen bereitet wird, iſt ſchwarz, während dagegen die deſtillirte braun von Farbe iſt, gleich dem Ulmin. Es iſt dieſe Kohle außerdem leicht, zerreiblich, färbt ſehr ab und löſt ſich faſt ganz in kauſtiſchem Kali auf.

Für die kleineren Waffen geben dieſe braunen Kohlen wahrſcheinlich, weil ſie ſich weit leichter entzünden, ein viel vorzüglicheres Pulver. Man bereitet ſie durch Deſtillation des Holzes in gußeiſernen Zylindern. Dieſe Zylinder ſind denen ſehr ähnlich, in welchen die Steinkohlen behufs der Leuchtgasbereitung deſtillirt werden. Ihre Form iſt aber wirklich zylindriſch ſtatt ellyptiſch oder prismatiſch; ſie ſind 5′ lang und haben 2′ im Durchmeſſer.

Die offne Seite, durch welche man den Zylinder füllt und ausleert, wird während der Verkohlung durch einen Blechſchieber verſchloſſen. An der andern Seite befinden ſich vier Öffnungen, von welchen drei zur Beobachtung des Ganges der Operation dienen, indem man von Zeit zu Zeit Holzſtäbchen herauszieht. Durch die vierte Öffnung entfernen die gasförmigen Produkte ſich; und gehen in einen gemeinſchaftlichen Kanal, der in den Schornſtein ausmündet.

Man unterhält in dieſem Apparate ſtets eine ziemlich niedrige Temperatur, und zwar ſo, daß ſie kaum die Roth-

glühhitze erreicht. Die Dauer der Verkohlung hat einen weſentlichen Einfluß auf die Beſchaffenheit der Produkte. Wird die Verkohlung in ſechs Stunden vollendet, ſo erhält man eine faſt ſchwarze Kohle und das Produkt variirt zwiſchen 28 und 33 Prozente für 100 Thl. trocknes Holz. Braucht man dagegen zwölf Stunden zur ganzen Operation, ſo iſt die Kohle gelblich braun und das Produkt beläuft ſich auf 38—40 Prozent von 100 Thl. trocknem Holze. In dieſem letztern Falle verdient das Produkt gar nicht mehr den Namen Kohle, ſondern beſteht nur aus Bränden.

Dieſe Verkohlungsmethode erfordert ſehr viel Brennmaterial; um 100 Thl. Holz zu deſtilliren, braucht man 132 Torf. Würde man die ſich verflüchtigenden Gaſe verbrennen, ſo könnte man etwas Brennſtoff erſparen.

Noch mehr Brennmaterial braucht man, wenn man das Holz in einen Blechzylinder legt und dieſen wieder in den Zylinder von Gußeiſen ſchiebt. Dadurch vermeidet man den Transport in die Dämpfer von Blech; man zieht nämlich nur nach geendigter Verkohlung den Blechzylinder heraus, verſchließt ſeine Öffnungen und erſtickt ſo die Kohlen.

Durch dieſe Einrichtung aber wird die Wärme noch ſchwieriger mitgetheilt, und man braucht deshalb zur Deſtillation von 100 Holz, 232 Torf oder Holz.

Die Verkohlung iſt übrigens nicht ſchwierig zu leiten. Man füllt die Zylinder und ſchürt anfangs ſehr langſam. Die entweichenden Dämpfe werden von Zeit zu Zeit hinſichtlich ihrer Farbe unterſucht; ſind ſie gelb und die gezogenen Proben gelbbraun, zerbrechlich und auf dem Bruche glänzend, als wenn ſie mit dem Polirſtein gerieben worden wären, ſo iſt die Operation bald beendigt. Man läßt nun das Feuer ausgehen, denn die Verkohlung wird jetzt durch die Hitze der Retorte und der Ofenwände vollendet. Die Kohlen werden ſodann herausgezogen und in die Dämpfer gebracht, wo man ſie erkalten läßt.

1589. Kohle von Hanfacheln. Dieſe Kohle, welche in Spanien ausſchließlich angewendet wird, empfahl Prouſt zuerſt, weil ſie unter allen Kohlen ſich zur Pulverfabrikation am Beſten eignen ſoll; allein es ſcheint nicht,

daß ſie diejenige, welche jetzt in Frankreich zubereitet wird, an Güte übertrifft. In Spanien ſcheint ſie vorzüglich deshalb vorgezogen zu werden, weil in jenem Lande das Holz gewöhnlich ſelten iſt.

Die Hanfachelkohle wird folgendermaſſen zubereitet; man gräbt in einen kalkigen Boden eine Grube von 13—14′ Länge, 8′ Breite und 2′ Tiefe; der Grund wird ſorgfältig rein gekehrt und dann 3—4′ dicke Lage Hanfacheln darauf gelegt; man zündet dieſe auf verſchiedenen Punkten an und ſobald die Flamme hell auflodert, erſtickt man ſie, indem man neue Hanfacheln darauf wirft. Die Flamme bahnt ſich bald neue Ausgänge, wird aber ſogleich wieder durch Hanfacheln erſtickt. Man fährt auf dieſe Weiſe fort bis die Grube mit Gluht erfüllt iſt. Sobald nun die Maſſe hinlänglich verkohlt iſt, begießt ſie ein Arbeiter auf der Oberfläche, während ein anderer ſie mit einer Gabel etwas lüftet, damit das Waſſer überall eindringen kann. Die ſo gelöſchte Kohle wird dann herausgezogen und eine zweite Verkohlung angefangen.

In jeder Grube kann man täglich 4—5 Zentner Kohle erzeugen; 100 Hanfacheln geben 14—17 Prozent Kohle. Früher erzeugte man dieſe Kohle auch in großen irdenen Töpfen, welche man bis an den obern Rand eingrub, und dieſelben Vorſichtsmaaßregeln beobachtete, wie bei der Verkohlung in Gruben. In dem Dorfe Toboſo verfertigte man ehemals zu dieſem Behufe ungeheure Töpfe von 100—200 Zentner.

Dieſe Kohle iſt ungemein leicht, ſehr zerreiblich, glänzend und ſcheint aus dünnen Glimmerſchuppen zuſammengeſetzt zu ſeyn, welche bei dem geringſten Drucke auseinander fallen; ſie iſt beſonders durch die Fähigkeit, ſich ſehr leicht in Pulver verwandeln zu laſſen, empfehlenswerth.

1590. Die auf gewöhnliche Weiſe zubereitete Kohle muß langſtänglich, trocken und klingend ſeyn; ſie muß einen glatten Bruch haben, worauf die Holztextur noch ſichtbar iſt. Die Oberfläche muß glatt ſeyn, ohne zu glänzen.

Die kleine Kohlenmaſſe muß beſonders gethan werden zu den ſchlechtern Pulverſorten; ſie abſorbirt mehr Feuchtigkeit als die größern Stücke, welche deshalb zu Kriegs- und Jagdpulver verwendet wird.

Zuweilen löſcht man die Kohlen mit Waſſer, ſtatt ſie zu erſticken, allein dieſe Methode hat einen doppelten Nachtheil, weshalb man ſie ganz verworfen hat. Die Kohle enthält nämlich noch 20—25 Prozente Waſſer, womit ein Käufer leicht betrogen werden kann. Nimmt man aber auf den Waſſergehalt Rückſicht, ſo ſcheint dieſe Kohle dennoch kein ſo gutes Pulver zu geben, wenn ſie nicht ſogleich angewendet wird; denn ſobald ſie einige Zeit in dem Magazin liegen bleibt, ſo wird ſie auf eine Weiſe verändert, welche auf die Stärke des Pulvers einen ſehr nachtheiligen Einfluß äußert.

Ehe man zur Pulverbereitung ſelbſt ſchreitet, muß man die Kohle ſorgfältig von allen erdigen und kieſeligen Theilen reinigen, welche beim Zerſtampfen leicht Funken erzeugen und dadurch das Pulver entzünden könnten.

Zuſammenſetzung des Pulvers.

1591 Zu verſchiedenen Zeiten und an verſchiedenen Orten war die Miſchung der Beſtandtheile nicht immer gleich; die älteſte bekannte Miſchung beſtand aus:

Salpeter .	0,750
Schwefel .	0,125
Kohle . .	0,125

Später ſuchte man öfter dieſes Verhältniß der Beſtand- zu verändern, allein man war immer gezwungen wieder darauf zurück zu kommen; es verhält ſich hier die Salpetermenge zu dem Schwefel und der Kohle wie 6:1:1.

Man nahm nach und nach folgende Miſchungen:

Pulver von Baſel . .	0,76	Salpeter .	0,10	Schwefel .	0,14	Kohle;
— — Grenelle .	0,76	— — .	0,12	— — .	0,12	—
— — Guyton .	0,76	— — .	0,09	— — .	0,15	—
— — demſelben	0,7732	— .	0,914	— — . .	0,1344	
— — Riffault .	0,775	— — .	0,075	— — .	0,150	—
— — Bouchet .	0,77	— — .	0,095	— — . .	0,145	—

Die erſtere Miſchung ſoll, wie man behauptet, die beſte für Kriegspulver ſeyn; allein trotz der vorzüglichern Qualität, welche dieſes Pulver im friſch bereiteten Zuſtand beſitzt, ſo war man doch genöthigt nach der ältern Vorſchrift zu arbeiten, wenn das Pulver öftere, lange Transporte aushalten mußte.

Folgende Miſchung wird in Frankreich angewendet

	Kriegspulver.	Jagdpulver.	Sprengpulver.	Pulver für den Handel.
Salpeter	75,0	78	65	62
Schwefel	12,5	10	20	20
Kohle	12,5	12	15	18

1592. Dieſe letzteren Miſchungsverhältniſſe, welche durch die Erfahrung mehrerer Jahrhunderte erprobt, bisweilen aber auch verworfen und doch wieder in Folge der mit großer Sorgfalt angeſtellten Verſuche angenommen worden, verdienen näher betrachtet zu werden, da ſie als ein Beiſpiel gelten, wie mit Hilfe der Chemie oft die verwickeltſten Fragen der Praxis gelöſt werden können. Wollen wir zuerſt den theoretiſchen Weg einſchlagen.

Betrachtet man die, die Detonation des Pulvers begleitenden Erſcheinungen mit einiger Aufmerkſamkeit, ſo überzeugt man ſich bald, daß ſich nur Verbindungen in beſtimmten Verhältniſſen bilden können. Folglich müſſen wir, obgleich das Pulver nur ein mechaniſches Gemenge iſt, doch ein einfaches Miſchungsverhältniß zwiſchen deſſen Beſtandtheilen annehmen. Es iſt dieſes eine der merkwürdigſten Anwendungen der Theorie von den chemiſchen Proportionen, allein es iſt nur ein beſonderer Fall einer allgemeinen Regel. Klar iſt es, daß wenn das Gleichgewicht der Theilchen in irgend einer Miſchung geſtört iſt, ſo wird die neue Vereinigung derſelben nur in beſtimmten Proportionen Statt finden; will man daher eine vollſtändige Reaktion bezwecken, ſo müſſen auch die einzelnen Beſtandtheile in ſtöchiometriſchem Verhältniß zuſammengebracht werden. Dieſer Fall tritt bei der Detonation des Pulvers ein, allein da man dieß gewöhnlich nicht auf dieſe Weiſe betrachtet, ſo wollen wir darüber einige ausführlichere Bemerkungen beifügen.

1593. Betrachten wir zuerſt die beiden hinſichtlich ihrer Miſchung am weiteſten von einander abſtehenden Pulverſorten. Das Geſchützpulver ſcheint ſo zuſammengeſetzt zu ſeyn, daß wenn der Sauerſtoff im Salpeter blos Kohlenſäure bildet und das Kalium mit dem Schwefel zu Schwefelkalium ſich vereinigt, ſo werden alle Stoffe verwendet. In dieſem Falle müßte es dann zuſammengeſetzt ſeyn aus:

1 Atom Salpeter
1 — Schwefel
6 — Kohlenſtoff;

und dann würde es durch eine vollſtändige Reaktion geben

1 At. Schwefelkalium
2 — Stickſtoff
6 — Kohlenſäure.

Die folgende Vergleichung zeigt, in wie weit dieſe Annahme gegründet iſt.

	Angewendete Miſchung.	Berechnete Miſchung.
Salpeter	75	75
Schwefel	12,5	11,9
Kohle	12,5	13,1

Der Unterſchied ſcheint hier unbedeutend zu ſeyn, und er verſchwindet beinahe gänzlich, wenn man den Waſſerſtoffgehalt der Kohle berückſichtiget.

1594. Das Sprengpulver ſcheint dagegen ſo zuſammengeſetzt zu ſeyn, daß die Kohle ſich halb in Kohlenſäure, halb in Kohlenoxydgas verwandelt, während das Kalium Doppeltſchwefelkalium bildet. Es muß demnach enthalten:

1 At. Salpeter.
2 — Schwefel
9 — Kohlenſtoff;

in welchem Falle es bei ſeiner vollſtändigen Zerſetzung geben würde:

1 At. Doppelt-Schwefelkalium
2 — Stickſtoff
2 — Kohlenſäure
6 — Kohlenoxydgas

Vergleichen wir nun ebenfalls die berechneten Reſultate mit der wirklich angewendeten Miſchung:

	Angewendete Miſchung.	Berechnete Miſchung.
Salpeter	65	63,3
Schwefel	20	20,0
Kohle	15	16,7

Der Unterſchied iſt hier nicht bedeutend.

1595. Das Jagdpulver iſt auf eine minder einfache Weiſe gemiſcht. Es enthält einen kleinen Überſchuß an Sauerſtoff, welchen einerſeits die Kohle nicht gänzlich in Kohlenſäure verwandeln kann, während andrerſeits auch der Schwefel nicht hinreicht, um mit dem Kalium Schwefelkalium zu

bilden. Es geht daraus hervor, daß ein Rückſtand von kohlenſaurem Kali bleiben muß. Das Jagdpulver läßt ſich darſtellen als ein Gemenge von

4 At. Salpeter
3 — Schwefel
23 — Kohlenſtoff;

bei einer vollſtändigen Reaktion würde daraus entſtehen:

3 At. Schwefelkalium
1 — kohlenſaures Kali
8 — Stickſtoff
21 — Kohlenſäure

Berechnet man die Zuſammenſetzung des Jagdpulvers hiernach, ſo erhält man folgende Reſultate:

	Angewendete Miſchung.	Berechnete Miſchung.
Salpeter	78	77,7
Schwefel	10	9,3
Kohle	12	13,2

Es bietet ſich hier dieſelbe Bemerkung wie weiter oben dar. Die durch Rechnung erhaltene Kohlenmenge iſt ſtets größer als die angewendete, und dieſes erklärt ſich durch die Anweſenheit des Waſſerſtoffs in allen Kohlen. Bedenkt man, daß das Waſſerſtoffatom ſechsmal leichter als das Kohlenſtoffatom iſt, ſo ſieht man leicht ein, daß die Sache ſich wirklich ſo verhalten muß.

1596. Es geht aus dem Geſagten hervor, daß das Sprengpulver, als das wohlfeilſte von allen, dasjenige iſt, welches am meiſten Gas erzeugt. Andrerſeits aber geht dieſer Vortheil durch die geringere Wärmeentbindung, welche dabei Statt findet, wieder verloren. Wahrſcheinlich macht der in dieſer Pulverſorte befindliche Schwefelüberſchuß es zum Gebrauch für Metallwaffen untauglich; zur Anwendung in Bergwerken ꝛc., zum Sprengen vereinigt es jedoch alle wünſchenswerthen Bedingungen.

Das Kriegspulver hat dagegen keinen Schwefelüberſchuß, der nachtheilig auf die Waffen wirken könnte. Wenn jedoch bei dieſem das Gemenge nicht ſehr innig wäre, ſo könnten ſich doch hier und da Schwefelverbindungen auf Koſten des das Pulver einſchießenden Metalls bilden. Man läßt deshalb wahrſcheinlich im Geſchützpulver etwas Salpe-

terüberſchuß. Übrigens kommt hier auch noch die Menge einer jeden Pulverſorte in Betracht, welche unter den obwaltenden Umſtänden angewendet wird.

1597. Wir wollen jetzt die Pulvermiſchung auf experimentellem Wege näher unterſuchen.

Es iſt einleuchtend, daß die weiter oben zur Prüfung der Kohle angegebene Methode auch zur nähern Unterſuchung der Miſchung anwendbar iſt; Prouſt wandte dieſelbe auch mit gutem Erfolg an. Nachfolgende Reſultate erhielt er in Betreff der Kohle:

Gemenge.	Dauer der Verbrennung in Secunden ausgedrückt.	Der Rückſtand wog.
mit 1/8 Hanfkohle	30	40
„ 1/7 „	25	32
„ 1/6 „	10	12
„ 1/5 „	9	10
„ 1/4 „	7	10
„ 1/3 „	7	10
„ 1/2 „	40	„

Alle Kohlenſorten geben dieſelben Reſultate oder wenigſtens ſolche, die dieſen proportional ſind. Wir laſſen hier ein zweites Beiſpiel folgen:

Gemenge.	Dauer der Verbrennung in Secunden.
mit 1/8 Fichtenkohle	32
1/7 „	20
1/6 „	17
1/5 „	10
1/4 „	10
1/3 „	9

Dieſe Verpuffungen laſſen einen meiſt aus kohlenſaurem Salz zuſammengeſetzten Rückſtand, allein ſehr bemerkenswerth iſt es, daß die vier letzten zugleich auch unterſalpetrichtſaures Salz und Kohle enthielten. Das erſte davon enthielt außer dieſem Salz auch noch eine bedeutende Menge unzerſetzten Salpeter.

Es ergiebt ſich daraus, daß die Kohlendoſis unter einem Sechſtel zu gering, darüber aber zu ſtark iſt. Die Erfahrung beſtätigt das berechnete Reſultat und zeigt, daß zur gänzlichen Zerſetzung des Salpeters ein Sechſtel Kohle erforderlich iſt.

1598. Wir wollen nun die verſchiedenen Miſchungen von Salpeter und Kohle ſowohl in Beziehung auf die Quantität, als auch hinſichtlich der Natur des Gaſes betrachten. Prouſt ſtellte auch darüber Verſuche an.

Erzeugtes Gas in Kubickzollen.	Probirte Gemenge					
	60 Gran Salpeter 8,5 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 10 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 12 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 15 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 20 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 30 Gran Kohle.
Stickſtoffoxyd . . .	11	14	14	14	12	12
Stickſtoff	17,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Kohlenſäure	34	38	34	30	30	30
Kohlenoxyd u. Halbkohlenwaſſerſtoff	0,0	0,0	4	8	20	20
Summe	62,5	76,5	76,5	76,5	86,5	86,5

Die erſte Miſchung hat offenbar zu viel Kohle, weil ſie weniger Stickſtoff und Kohlenſäure als die zweite liefert. Letztere iſt die beſte von allen, denn in den übrigen iſt auch die Menge der erzeugten Kohlenſäure geringer, obgleich die geſammte Gasmenge größer iſt. Dieſer letzte Umſtand wirkt nicht ſo günſtig als man glauben könnte, denn die erzeugten Gaſe rühren von der Einwirkung her, welche der Kohlenüberſchuß auf das hygrometriſche Waſſer des Gemenges, oder der Kohlenſäure ſelbſt übt, wodurch eine unvollkommne Verbrennung und in Folge deſſen eine minder hohe Temperatur Statt findet.

Durch Experimente wurde auch dargethan, daß der Salpeter mit einem Sechſtel Kohle am meiſten Gas erzeugt, indem er die höchſte Temperatur entwickelt, welche aus der Verbrennung der Kohle durch ſeinen Sauerſtoff reſultiren kann.

1599. Wir wollen nun ſehen, welchen Einfluß der Schwefel bei dieſem chemiſchen Prozeſſe übt, in welcher Doſis er genommen werden muß, und wie dieſe abzuändern iſt, wenn die Kohlenmenge variirt. Prouſt, der ſich mit Löſung dieſer Frage beſchäftigte, hat die in folgender Tafel enthaltenen Angaben geliefert.

Miſchungen, welche mit Hanfkohle gemacht wurden.

Bemerkungen.	Salpeter.	Hanf-Kohle.	Schwefel.	Dauer der Verbrennung nach Sekunden.	Erzeugtes Gas in Kubikzollen.
In dieſen drei Reihen ſind die Gaſe zu gering angenommen. Die Luft, welche in der Glocke enthalten war, worin die Gaſe aufgefangen wurden, gab ihren Sauerſtoff ab, indem das Stickſtoffoxyd ſich in ſalpetrichte Säure verwandelte; man darf deshalb jedem Reſultat noch 15 Kubickzoll beifügen.	60 Gran	15 Gran	0	9	62
	desgl.	desgl.	4	7	76
	desgl.	desgl.	6	6,5	76
	desgl.	desgl.	8	6	76
	desgl.	desgl.	10	6	80
	desgl.	desgl.	12	7	84
	desgl.	desgl.	14	7	84
	desgl.	desgl.	16	8	82
In jeder Reihe enthalten die drei letzten Miſchungen einen Ueberſchuß an Schwefel, der ſich während der Detonation verflüchtigt.	60 Gran	12 Gran	0	10	62
	desgl.	desgl.	4	7	66
	desgl.	desgl.	6	6,5	72
	desgl.	desgl.	8	6	76
	desgl.	desgl.	10	6	80
	desgl.	desgl.	12	6,5	82
	desgl.	desgl.	14	7	82
	desgl.	desgl.	16	7	82
	desgl.	desgl.	18	8	80
Der Rückſtand der drei erſten Miſchungen, welchen Schwefel beigegeben worden, enthält ſchweflichtſaures und unterſalpetrichtſaures Kali. Von den übrigen erhält man nur einfaches oder mehrfaches Schwefelkalium.	60 Gran	10 Gran	0	25	62
	desgl.	desgl.	2	11	00
	desgl.	desgl.	4	8	68
	desgl.	desgl.	6	6,5	70
	desgl.	desgl.	8	6	76
	desgl.	desgl.	10	6	76
	desgl.	desgl.	12	6,5	80
	desgl.	desgl.	14	7	82
	desgl.	desgl.	16	8	82
	desgl.	desgl.	18	8	82

Man erſieht aus dieſer Tafel, daß ein Fünftel Schwefel zu wenig, und ein Siebentel zu viel iſt; es iſt deshalb ein Sechſtel zur vollſtändigen Zerſetzung des Salpeters nöthig, und dann wird weder Schwefel frei, noch bildet ſich ein Polyſulphurid.

Hinſichtlich der Dauer der Verbrennung ſcheint es keinem Zweifel zu unterliegen, daß die unter ſich ziemlich verſchiedenen Kohlen alle durch die Vermiſchung mit Schwefel in deiſer Beziehung ſich gleich verhalten; Prouſt überzeugte ſich davon durch direkte Verſuche.

Derſelbe Fall findet auch Statt bei verſchiedenen Miſchungen mit derſelben Kohle. Beträgt die Schwefeldoſis ein Sechſtel oder ein Siebentel, ſo verhalten ſich die Gemiſche ziemlich gleich. In folgender Tafel, welche zugleich das wirkliche Gasprodukt angiebt, wird man dieſe Behauptung beſtätigt finden.

Miſchung.				Dauer der Verbrennung in Secunden.	Erzeugtes Gas.
Salpeter 60 Gran	Kohle 15 Gran			9	76
desgl.	desgl.	desgl.	Schwefel 10 Gr.	6	91
Salpeter 60 Gran	Kohle 12 Gran			10	76
desgl.	desgl.	desgl.	Schwefel 10 Gr.	6	91
Salpeter 60 Gran	Kohle 10 Gran			25	76
desgl.	desgl.	desgl.	Schwefel 10 Gr.	5	91
Salpeter 60 Gran	Kohle 8 4/7 Gran			30	62
desgl.	desgl.	desgl.	Schwefel 10 Gr.	7	88

In Beziehung auf die Dauer der Verbrennung kann man die Miſchung mit einem Sechſtel Schwefel als die zweckmäßigſte betrachten.

1601. Es iſt nun die Menge des erzeugten Gaſes zu berückſichtigen. Um hiervon ein leicht zu überſehendes Reſultat zu bekommen, wollen wir dieſe auf ein und dieſelbe Quantität Pulver beziehen. In folgender Tafel iſt dieſes geſchehen.

Salpeter	70	73,2	75	76,2
Schwefel	12	12,2	12,5	12,8
Kohle	18	14,6	12,5	11,0
Pulver	100	100,0	100	100,0
Erzeugtes Gas in Kubikzollen	107	100	113	112

Das Maximum an Gas würde demnach das Kriegspulver, oder die alte Miſchung von ſechs, eins und eins geben.

1602. Die Erfahrung und die Berechnung zeigen alſo übereinſtimmend mit einander, daß ſechs Theile Salpeter, ein Theil Schwefel und ein Theil Kohle ein Gemenge geben, deſſen Gemengtheile aufs vollſtändigſte gegen einander reagiren, die höchſte Temperatur dabei erzeugen und die größte Menge Gas in der kürzeſten Zeit liefern. Dieſe vereinigten Umſtände rechtfertigen den Vorzug, welchen man ſeit langer Zeit dieſem Gemenge gab und laſſen auch vermuthen, daß man dieſes Miſchungsverhältniß ſo bald nicht abändern wird.

Wiederhohlt müſſen wir aber bemerken, daß die Beſchaffenheit der Waffen, der Preis des Gemenges und das gewöhnliche Gewicht der Ladung auf dieſe Miſchung einen ſolchen Einfluß üben können, daß es vielleicht ſehr vortheilhaft ſeyn würde, ſie etwas abzuändern, wie dieſes z. B. ſchon bei dem Sprengpulver der Fall geweſen iſt.

Aber auch die Feinheit des Korns, ſeine Form und Härte, die Beſchaffenheit der Oberfläche und die Zeit, welche zum Stampfen verwendet wird, können die Qualität des Pulvers auf eine äußerſt merkwürdige Weiſe verändern. Wir haben alſo bisher blos die Miſchung berückſichtigt und ſomit dieſe ſchwierig zu löſende Frage nur von einer Seite beleuchtet; um dieſelbe aber auch in anderer Beziehung gehörig würdigen zu können, müſſen wir vorerſt die verſchiedenen Fabrikationsmethoden näher kennen lernen; zum Schluſſe werden wir dann die Eigenſchaften und Benützung des Pulvers anführen.

Bereitung des Pulvers.

1603. Da die Fabrikation des Pulvers ſich auf einige äußerſt leichte Operationen gründet, ſo iſt begreiflich, daß ſie auf verſchiedene Weiſe ſich ausführen läßt. Der Hauptſache nach beruht die Bereitung des Pulvers in Folgendem: man pulveriſirt den Schwefel, die Kohle und den Salpeter, mengt dieſe drei Stoffe wohl unter einander und bildet daraus

mit Waſſer eine zuſammmenhängende Maſſe, welche nachher in gleichgroße Körner zertheilt, getrocknet und geglättet wird.

Man unterſcheidet viererlei Verfahrungsarten, welche man zur Erreichung dieſes Zweckes anwendet, nämlich die alte Methode mit Stampfwerken, das während der Revolution eingeführte Verfahren, die Bereitung mit Mühlſteinen und das Verfahren von Bern oder Champy. Die hier aufgezählten vier Methoden, mehr oder minder modificirt, ſcheinen alle bisher befolgten Verfahrungsarten in ſich zu faſſen.

1604. Methode mit Stampfwerken. Solange die Fabrikation des Pulvers in Frankreich betrieben wird, wendet man dieſe Methode an. Der Schwefel wird pulveriſirt und dann durchgebeutelt. Der Salpeter wird ſchon bei der Läuterung, ſo fein als nöthig iſt, hergeſtellt und die Kohle wird in Stücken zugegeben, weil ſie äußerſt leicht ſich pulveriſiren läßt.

Sind dieſe Stoffe abgewogen, ſo giebt man ſie in kleine Kübel. In einen dergleichen bringt man 7 ½ Kilogr. Salpeter und oben darauf 1 ¼ Kilogr. Schwefel. Die Kohle wird in beſondere Kübel gethan, und zwar in jeden 1 ¼ Kilogr. Wir nehmen an, es ſoll Kriegspulver bereitet werden. Man füllt die Kübel und trägt ſie nach der Stampfmühle.

In der Mühle befinden ſich in einem Troge von Eichenholz eine Reihe von Stampflöchern. Jedes Loch hat einen Pochſtempel, welcher durch ein Waſſerrad in Bewegung geſetzt wird. In dieſen Stampflöchern wird nun die Maſſe zerſtoßen und ſtark zuſammengepreßt; man nennt dieſe Operationen des Zertheilens, Mengens und der feſten Vereinigung zuſammen das Stampfen (battage). Sollen dieſe Operationen gelingen, ſo müſſen die Stampflöcher ſo geformt ſeyn, daß die Stoffe regelmäßig bewegt und ſomit die ganze Maſſe nach und nach mit den Pochſtempeln in Berührung kommen. Die Stempel waren ehedem zylindriſch beſchuhet, jetzt aber birnförmig, weil man fand, daß dieſe Form geeigneter iſt, um die Maſſe längs den Seitenwänden des Loches heraufzutreiben, ſo daß ſie wieder zurückfallen kann. Die Pochſtempel finden dann bei jedem Niederfallen eine

neue Schicht Pulvermaſſe, welche verhindert, daß ſie den hölzernen Boden des Troges berühren, was nachtheilig werden kann, weil bei öfterer Wiederhohlung eine gefährliche Erhitzung dadurch erzeugt werden kann. *)

1605. Man ſchüttet in jeden Trog einen Kübel mit Kohle, begießt dieſe mit 1 Kilogr. Waſſer und rührt dieſelbe ein paarmal mit einem krummen Stabe (touilloir) um, damit ſie durch und durch befeuchtet werde. Hierauf ſetzt man das Waſſerrad in Bewegung, ſo daß es den Pochſtempel 40mal in einer Minute hebt; das Stampfen dauert dann 20 Minuten oder höchſtens ½ Stunde; da die Kohle während dieſer Zeit ein ganz feiner Brei wird, ſo werden dann die Stempel feſtgeſtellt. Man kehrt ſodann alle Kohle mittelſt einer Roßhaarbürſte zuſammen in den Trog, und giebt den Salpeter und den Schwefel darauf. Dieſe drei Körper werden nun mit der Hand wohl durch einander gemengt und in jeden Trog ½ Kilogr. Waſſer gegoſſen, was auf die ganze Maſſe von 10 Kilogr. 1½ Kilogr. ausmacht. Man ſtampft nun aufs Neue, nachdem die Seitenwände des Stampftroges gereinigt worden ſind. Nachdem das Stampfen eine halbe Stunde gedauert hat, thut man die Maſſe aus einem Troge in den andern, um alles vollkommner zu mengen. Solche Umleerungen werden 12 in jeder Stunde vorgenommen; nach der letzten ſtampft man noch zwei Stunden lang ununterbrochen fort, um die Maſſe dicker zu machen.

Während der Umleerungen muß die Maſſe immer wieder mit Waſſer begoſſen werden; man erkennt leicht, wenn

*) Die Stempel beſtehen aus einem 20 Kilogr. ſchweren Stück Holz (Fig. 1 und 2 Taf. 19). c, Spalte zur Aufnahme der Hebelatte. e, Schließe, welche die Hebelatte befeſtigt. h, Nagel, welcher ihn auch feſthält, i Loch, für einen Nagel, der beſtimmt iſt, den Stempel zu halten, wenn er herausgenommen wird. a Untertheil des Stempels, welches mit Bronze b beſchuhet wird; es iſt keilförmig geſpalten, damit der Bronzſchuh feſt in das Holz eingezwängt werde.

Die Bronze beſteht aus 100 Kupfer und 22 Zinn. Jeder Schuh wiegt 20 Kilogr., mithin iſt ein Stempel 40 Kilogr. ſchwer.

Fig. 3 und 4. Stampflöcher in einem eichenen Grubenſtock. Man garnirt ihren Boden mit einer Scheibe von hartem Holz, welche hineingetrieben wird.

Fig. 5. Genaue Seitenanſicht des Stampfloches und des Stempelſchuhes.

dies nöthig iſt, allein wie oft und wie ſtark dieſe Begießungen vorgenommen werden, läßt ſich nicht beſtimmen, denn es richtet ſich hauptſächlich nach der Temperatur.

Nach vierzehenſtündigem Stampfen iſt die Maſſe ſowohl für Geſchützpulver als für feines Pulver hinreichend gemengt. Sprengpulver braucht nur halb ſo lange geſtampft zu werden.

1606. Wenn die Maſſe aus den Trögen genommen wird, thut man ſie in Kübel und ſchafft ſie darin nach der Körnkammer. Man läßt ſie darin eine Zeitlang lang ſtehen und trocknen, damit ſie die zum Körnen erforderliche Konſiſtenz erhält. Nach ein oder zwei Tagen iſt ſie zum Körnen tauglich geworden und wird nun in einen Trog geworfen. Zum Körnen hat man eine Holzſchaufel, kleine Rührſpaten und verſchiedene Siebe nöthig.

Die Siebe haben verſchiedene Namen je nach ihrer Größe und dem Zweck, wozu ſie gebraucht werden. Die erſte Art (guillaume) dient zum Zerbröckeln der geſtampften Maſſe; es wird ein hölzerner Läufer auf jene gelegt und das Sieb nebſt dieſer durch Schütteln bewegt. Mit dem zweiten Sieb (grenoir) ertheilt man dem Korn die erforderliche Größe; das dritte (ègalisoir) aber dient dazu, um die gleich großen Körner von den übrigen zu ſondern.

Die feinen Roßhaarſiebe werden zur Abſonderung des Staubes von den Körnern gebraucht.

Die erſte und zweite Art von Sieben haben einen innern Durchmeſſer von 60 Centimetern. Sie ſind kreisrund und beſtehen aus einer mit Löchern verſehenen Pergamenthaut, welche zwiſchen zwei hölzernen Kreiſen eingeſpannt iſt.

Das Pergament kann aus Schweins- oder Kalbhäuten verfertigt ſeyn. Die Löcher werden durch Maſchienen hineingeſchlagen und haben verſchiedene Dimenſionen als:

		Millimeter.
No. 1	erſte Siebart (Guillaume)	10
„ 2	„ „ halbfein (demi guillaume) . .	5
„ 3	„ „ fein (guillaume de fine) . . .	4
„ 4	zweite Siebart für Sprengpulver (grenoir en mine)	4
„ 5	„ „ für Geſchützpulver (grenoir en guerre)	2,5
„ 6	„ „ fein (grenoir en fine)	1
„ 7	„ „ ſuperfein (grenoir en superfine) .	0,5

Der Läufer iſt eine linſenförmige Scheibe von Quajacholz, Vogelbeer- oder friſchem Eichenholz. Derſelbe muß 21 Centimeter im Durchmeſſer haben, in der Mitte 55 Millimeter und gegen die Peripherie zu 45 Millimeter dick ſeyn.

1607. Da alle Pulverſorten auf dieſelbe Weiſe gekörnt werden, ſo beſchreiben wir hier nur das Körnen des Geſchützpulvers. Die Werkſtätte, in der dies Geſchäft vorgenommen wird, iſt ringsherum mit Trögen verſehen. Die Plätze der einzelnen Arbeiter ſind zwei Meter lang und durch Bretterwände von einander geſchieden. Der Körntrog iſt ein hölzerner Kaſten, der oben offen und mit einer hölzernen viereckigen Queerleiſte verſehen iſt, auf welcher der Arbeiter das Sieb hin und her gleiten läßt.

Um das Geſchützpulver zu körnen, nimmt der Arbeiter etwas von der Maſſe, thut es in das Sieb No. 1, und ſchiebt es dann auf der Leiſte ſchüttelnd hin und her, wodurch das feine Korn durch das Sieb in den Trog fällt. Um die zurückgebliebene Maſſe zu zerkleinern, bringt er dann die Scheibe in das Sieb und bewegt daſſelbe ſo, daß der Läufer rings an der Siebwand, ſich ſelbſt drehend, herumläuft. Die zerbröckelte Maſſe fällt dann als kleines Korn in den Trog.

Dieſe erſte Arbeit bezweckt das Zerkleinern der Maſſe. Man nimmt hierauf die zweite Art von Sieben und ſiebt das in den Trog Gefallene, wozu zuweilen noch der Läufer angewendet wird, um die zu groß gebliebenen Körner noch kleiner zu machen. Das Körnen wird dadurch beendigt.

Da nun der Staub mit Körnern durch das Sieb gegangen iſt, ſo müſſen beide von einander geſchieden werden; dazu wendet man die feinſten Siebe (ègalisoirs) an. Der Staub fällt durch, während das Korn darin bleibt. Die zurückgebliebenen Körner werden nun in größere und kleinere durch neues Sieben geſondert.

Das Korn, was nun die gehörige Größe hat, kommt in die Trockenſtube; der Staub aber kommt wieder in die Mühle, um mit neuer Maſſe zuſammengeſtampft zu werden. Gewöhnlich erhält man eben ſo viel Staub und grobe Körner, als Körner von gehöriger Größe.

In Deutſchland wendet man zum Körnen Tröge mit drei Sieben (Taf. 19 Fig. 6, 7, 8) an. Dieſe drei Siebe werden auf einem beweglichen Rahmen geſtellt, der mittelſt zwei Stricken i, i und einer Stange h befeſtigt iſt. Der Arbeiter ſetzt dieſe Vorrichtung in Bewegung mittelſt eines Griffes k. In jedes Sieb kommen zwei Läufer. Die drei Seiten des Troges a, a, m ſind gleich hoch, dagegen iſt die Seite n, an der ſich der Arbeiter befindet, niedriger.

1608. Das Geſchütz- und Spreng-Pulver wird nach dem Trocknen blos ausgeſtäubt; das Jagdpulver hingegen wird zuletzt noch geglättet.

Um das Pulver zu glätten, ſtellt man es eine Stunde lang an die Sonne, indem es auf großen Tafeln in dünnen Lagen ausgebreitet wird. Es trocknet daſelbſt etwas. Man bringt es hierauf in eine 16 Dezimeter lange Tonne, welche 12 Dezimeter im Durchmeſſer hat. Mittelſt einer durch die Tonne gehenden Achſe läßt ſich dieſelbe umdrehen. Man vermehrt die Reibung des Pulvers durch vier viereckige Stäbe, welche 6 Centimeter dick ſind und im Boden der Tonne parallel mit der Achſe befeſtigt ſind. Dieſe Stäbe ſtehen ſchief gegen die Kanten der Achſe und ſind 12 Centimeter von ihr entfernt. Durch zwei Öffnungen, welche man beliebig öffnen und verſchließen kann, wird das zu glättende Pulver in die Tonne geſchüttet und nach dem Glätten wieder herausgenommen.

In jede Tonne werden 100 Kilogr. Pulver gethan. Man dreht dieſe Fäſſer langſam, wodurch die Pulverkörner ſich an einander abſchleifen. Die Maſſe erwärmt ſich ziemlich und erreicht eine Temperatur von 50—60° C. Durch ein 8—10ſtündiges Umdrehen erhält das Pulver einen matten Glanz, den man am liebſten hat. Setzt man das Drehen noch länger fort, ſo wird das Pulver noch glänzender, aber es iſt dann minder entzündlich. Während des Glättens ſondert es ſich vom Staube, der ſich an den Faßwänden anhängt und ſich zuletzt in ganzen Kruſten ablöſt. Iſt das Glätten beendigt, ſo öffnet man die Löcher des Faſſes und dreht fortwährend. Das Pulver fällt in eine darunter geſtellte Kiſte. Durch das Glätten wird die poröſe Beſchaf-

fenheit des Pulvers vermindert und es hält ſich dann länger; auch ſeine Dichtigkeit wird dadurch vermehrt.

Cagniard-Latour ſchlug vor das Pulver in einem kupfernen Zylinder zu glätten, der in ein Bad mit kochendem Waſſer eintaucht. Nach Verlauf einer halben Stunde ſoll in dieſem Falle das Glätten beendigt werden können. Noch hat man dieſes Verfahren nicht angewendet.

1609. Mag man das Pulver glätten oder nicht, ſo muß es doch immer getrocknet werden. Man kann dieß entweder an der Sonne oder in Trockenſtuben thun. Im erſten Fall ſteht das zum Trocknen beſtimmte Gebäude gegen Mittag.

Will man es an freier Luft trocknen, ſo muß man ſtilles Wetter abwarten. Sobald die Sonne über dem Horizont und der Thau und die Feuchtigkeit verſchwunden iſt, ſo breitet man das Pulver auf Tafeln aus, welche mit Leinentüchern belegt ſind. Die Pulverlage darf nicht dicker als 2—3 Millimeter ſeyn.

Nachdem das Pulver eine Stunde ruhig gelegen hat ſo erneuert man die Oberfläche, indem man es mit einer Krücke umrührt. Man wiederhohlt dieſes Umrühren von Stunde zu Stunde, bis es ſechsmal geſchehen iſt; hierauf vereinigt man das Pulver mitten auf dem Tuche in einen einzigen Haufen, und breitet es wieder aufs Neue mit der Krücke aus.

Trocknet man das Pulver am Feuer, ſo kann man daſſelbe in jeder Jahreszeit und unter jedem Himmelsſtrich fabriziren, und es ſtets vollkommen trocknen. Man trocknet daſſelbe in dieſem Falle in einer Trockenſtube, in die man die erwärmte Luft mittelſt eines Blaſebalgs hineinleitet; das Pulver befindet ſich dann in einem kaſtenförmigen Behälter in verſchieden abgeſonderten Schichten über einander, über welche die warme Luft wegſtreichen kann. Dieſe dünnen Schichten werden auf Leinentuch ausgebreitet. Die Röhrenleitung, welche die warme Luft von dem Heitzraum in die Trockenſtube führt, iſt mit einer Klappe verſehen, die geſchloſſen wird, ſobald man den Ventilator ſtellt, um entweder neues Pulver hineinzubringen, oder das vorhandene

umzurühren. Es muß dieſe Vorſicht beobachtet werden, damit kein Pulverſtaub in den Trockenofen zurückgeführt werden kann, wodurch leicht Unfälle entſtehen könnten.

Während des Trocknens wird etwas Staub erzeugt, den man, ehe das Pulver eingepackt wird, abſondert. Das Einpacken geſchieht für das Kriegspulver anders als für das Jagdpulver. Erſteres wird ganz offen in die dazu beſtimmten Fäſſer geſchüttet, dagegen letzteres wird zuerſt in Säcke gethan, womit die Fäſſer ausgeſchlagen ſind; iſt der Sack voll, ſo wird er zuſammengebunden und das Faß dann mit dem Deckel verſchloſſen.

Der erhaltene Staub und Abfall wird wiederum unter einander gemengt, etwas befeuchtet und in der Mühle geſtampft; man macht dann Pulver daraus.

Revolutions-Verfahren. Dieſes wurde durch die außerordentliche Bedürfniſſe der franzöſiſchen Revolution geſchaffen, aber ſpäter nicht weiter befolgt. Wir beſchreiben es deshalb nur ganz kurz.

Man pulveriſirt zuerſt den Salpeter, den Schwefel und die Kohle, indem man dieſe Stoffe in Fäſſern mit Bronzekugeln herumdreht. Der Salpeter wird beſonders, der Schwefel und die Kohle aber zuſammen pulveriſirt. Das feine, in gehörigem Verhältniß mit einander gemengte Pulwird aufs Neue in Fäſſer gebracht und darin mittelſt Zinnkugeln innig gemengt, indem die Fäſſer lange genug um ihre Achſe bewegt werden.

Iſt das Gemenge fertig, ſo nimmt man eine viereckige kupferne Platte, worauf man feuchtes Leinentuch legt. Auf das Leinentuch wird ein hölzerner Rahmen gebracht, und dieſer dann mit dem Gemenge gefüllt. Man nimmt den Rahmen weg und bedeckt die Maſſe mit neuem befeuchtetem Leinentuch. Darauf wird eine andre Platte gelegt und wieder neues Leinen und ſo fort. Hat man auf dieſe Weiſe eine Säule aufgeſchichtet, ſo wird dieſelbe durch eine hydrauliſche Preſſe zuſammengepreßt. Die einzelnen Schichten der Maſſe, welche 9 Millimeter dick ſind, werden auf zwei Millimeter reduzirt. Das Waſſer der Leinewand verbreitet ſich durch die Capillaranziehung und benetzt die Pulverku-

chen ſehr gleichförmig. Dieſe Kuchen werden hierauf etwas getrocknet und auf gewöhnliche Weiſe gekörnt.

1611. **Verfahren mittelſt Mühlſteinen.** Dieſes wird hauptſächlich nur bei der Bereitung des Jagdpulvers angewendet. Das Produkt iſt von ganz vorzüglicher Qualität, was theils von der Art des Verfahrens, theils von der Beſchaffenheit der Stoffe herrührt. In Bouchet wendet man dieſe Methode zur Bereitung des Pulvers an, wozu man deſtillirte Kohle nimmt. Die Miſchung dieſes Pulvers iſt:

Salpeter	70 oder	77
Schwefel	10	9,5
deſtillirte Kohle . . .	14	13,5
	104	100,0

Folgende Tabelle ſtellt die mannigfaltigen Manipulationen und deren Dauer dar, welche bei dieſem Pulver angewendet werden, in der Vorausſetzung, daß ein Quantum von 100 Kilogr. in Arbeit genommen wird.

		Dauer.
1.)	Gleichzeitige Pulveriſirung der Kohle in Tonnen mittelſt Bronzekugeln	12 Stden.
2.)	Pulveriſirung des vorigen Gemenges in Fäſſern mit Zinnkugeln und mit zwei Prozent Waſſer	12 —
3.)	Behandlung des Gemenges unter dem Mühlſtein mit Hinzufügung von 4 Prozent Waſſer	2 —
4.)	das Körnen	4 —
5.)	Zerreibung in den Fäſſern mittelſt Zinnkugeln . . .	6 —
6.)	Zubereitung unter dem Mühlſtein mit 4 Prozent Waſſer	2 —
7.)	Körnen	4 —
8.)	Behandlung unter dem Walzwerk	2 —
9.)	Körnen	4 —
10.)	Glätten	48—60 —
11.)	Trocknen an der Luft	12 —
	oder in der Trockenſtube	4 —

1612. Die vorläufige Pulveriſirung der Stoffe in mit Metallkugeln verſehenen Tonnen iſt eine der Operationen, welche während der franzöſiſchen Revolution eingeführt wurden. Dieſe Kugeln ſind entweder von Bronze oder von Zinn und nur 9 Millimeter dick. Sie kommen mit der Pulvermaſſe in Fäſſer, welche mit einer Achſe verſehen ſind, um ſie in rotirende Bewegung verſetzen zu können. In den

Fäſſern ſelbſt werden in gleicher Entfernung von einander ſechs Leiſten an die Seitenwände derſelben befeſtigt, welche von einem Boden zum andern reichen. Die Kugeln, welche auf dieſe Leiſten fallen, ſpringen in die Höhe und zerreiben ſo das Pulver. Dieſe Leiſten erheben ſich 3 bis 4 Centimeter über die Seitenwände. Die Fäſſer ſind 1 Meter lang, haben 6 Dezimeter im Durchmeſſer und erhalten 75 Kilogr. Maſſe und 90 Kilogr. Kugeln durch eine Öffnung an der Tonne, durch welche man auch das feine Pulver wieder herausnehmen kann.

Bei der Pulveriſirung des Schwefels und der Kohle läuft man keine Gefahr und hierzu kann man ſich der Kugeln von Bronze bedienen; behufs der Mengung der drei Stoffe aber zieht man die Zinnkugeln vor und giebt etwas Waſſer hinzu. Auf dieſe Art verhütet man Unfälle, welche durch den Stoß der Kugeln gegen einander oder gegen ein in dem Gemenge möglicher Weiſe vorhandenes Sandkorn entſtehen könnten.

1613. Die Mühlſteine, welche zum Zuſammenpreſſen der Maſſe beſtimmt ſind, müſſen ſehr ſchwer ſeyn; einer wiegt 3000 bis 6000 Kilogr.; ſie werden aus einer Art Kalkſtein gehauen, derunter dem Namen Stinkkalk bekannt iſt. Jetzt macht man ſie aus Gußeiſen und in dieſem Fall iſt ihr Rand mit Meſſing eingefaßt. Dieſe ſenkrecht ſtehenden Mühlſteine drehen ſich in einer Rinne herum, in welche das aus den Fäſſern kommende Gemenge gethan wird. An die Achſe des Steins befeſtigt man einen Trichter, deſſen enge Röhre mit Löchern verſehen iſt, durch welche das zum Befeuchten des Pulvers nöthige Waſſer läuft, das ſich über die Maſſe gleichförmig verbreitet. Wird der Pulverbrei über den Rand der Rinne heraus gedrückt, ſo bringt man ihn mittelſt eines Rührſcheites wieder unter die Mühlſteine.

1614. Das Körnen geſchieht mittelſt einer ſehr einfachen und ſinnreichen Vorrichtung. Dieſe beſteht aus acht Sieben, mittelſt welcher das Pulver zugleich durch die Scheibe zerdrückt, durchgeſiebt nnd in verſchieden große Körner geſondert wird; zugleich wird auch der Staub abgeſchieden. Die groben Körner kommen zum zweitenmal unter die Scheibe

und der Staub, ſo wie das feine Korn fallen zuletzt beide in beſondere Behälter. Der ganze Apparat wird durch ein Waſſerrad in Bewegung geſetzt, und man hat hierbei nur für die Füllung der Siebe und Ausleerung der Behälter zu ſorgen. Um den Gang dieſer Vorrichtung richtig zu ſchildern, wollen wir nur ein Sieb betrachten. Das erſte iſt ein Grobſieb mit der Scheibe.

Dieſes Grobſieb iſt an der obern Seite durch Pergament verſchloſſen, und dieſes Pergament ſteht mittelſt eines Schlauches von weichem Leder mit einem Trichter in Verbindung, welcher die zu körnende Maſſe aufnimmt. Aus dieſem Trichter fällt das Pulver, welches gekörnt werden ſoll, vermöge der Erſchütterung, die der Schlauch durch das damit kommunizirende Sieb erleidet. Unter dem Grobſieb befindet ſich ein Kornſieb. Beide Siebe ſind in einander eingefügt. Das zerbröckelte Pulver fällt in das Kornſieb, welches den Staub durchfallen läßt und die gröbern Körner zurückhält. Um dieſes noch kleiner zu machen, bringt man es wieder in das Grobſieb. Zu dieſem Endzweck befindet ſich auf dem Boden des Grobſiebes nahe an der Peripherie ein Loch. Dieſes Loch iſt mit einer kupfernen Klappe oder Zunge verſehen, welche ſchief gegen das Leder des Kornſiebes gerichtet iſt. Dieſe Zunge ſteht gerade nach der entgegengeſetzten Richtung, in welcher die Stoffe durch die rotirende Bewegung herumgeſchleudert werden. Es werden aus dieſem Grunde, die durch die Zentrifugalkraft nach dem Umkreis getriebenen gröbern Stücke gegen die Klappe geworfen, kommen dadurch wieder in das Grobſieb hinauf und werden dann der Wirkung der Scheibe aufs Neue ausgeſetzt. Sind die Körner von erforderlicher Größe in das dritte Sieb gefallen, ſo ſondert dieſes den Staub davon ab, der in ein Sieb gelangt, deſſen Pergamentboden in der Mitte einen Leder-Schlauch hat. Durch dieſen Schlauch fällt der Staub in einen mit einer Schieblade verſehenen Kaſten: iſt jene voll, ſo zieht man ſie heraus und entleert ſie. Um die im dritten Siebe zurückgebliebenen guten Körner zu erhalten, benutzt man die Zentrifugalbewegung; ſie bleiben anfangs ſo lange darin bis der Staub ſich gänzlich davon ge-

ſondert hat. Der obere Theil der Siebwände iſt mit einem Loche verſehen; dieſes hat eine kupferne kurze Klappe, die der Richtung der Rotationsbewegung entgegenſteht. Die gegen die Peripherie geſchleuderten Körner werden durch dieſe Klappe aufgehalten und fallen in das Loch, aus welchem ſie durch einen Schlauch in einen Kaſten gelangen.

Man erhält ſo auf einmal und durch ein Verfahren, welches wenig Handarbeit erfordert, den Staub und das gute Korn rein von einander geſondert. Die etwas ſchwachen Siebe leiſten mehr als die elaſtiſchen.

Acht gleiche Siebe befinden ſich alle auf einem kreisrunden horizontal liegenden Rahmen vereinigt, der durch eine Welle in Bewegung geſetzt wird. Es iſt begreiflich, daß eine gerade Welle den Apparat nur in rotirende Bewegung verſetzen könnte, welche ohne Wirkung ſeyn würde. Es iſt dieſelbe aus dieſem Grunde U förmig gekrümmt an dem Punkte, wo der Rahmen befeſtigt iſt. Auf dem mittleren Arm des U liegt der Rahmen feſt an, ſo daß vermöge der Statt findenden Reibung dieſer Arm den Rahmen bewegt, ohne ihn jedoch rotiren zu machen, welches nutzlos wäre, und ſogar unmöglich ſeyn würde, weil der Trichter und die beiden Käſten für das Pulver und den Staub feſt gemacht ſind.

1615. Das Walzwerk hat die Beſtimmung das Pulver dichter zu machen. Es beſteht aus drei Zylindern. Der obere ſehr ſchwere Zylinder iſt von Gußeiſen und mit Kupfer beſchlagen. Der mittlere Zylinder iſt von Holz und der untere ebenfalls von Kupfer. Ein Leinentuch ohne Ende umfaßt die zwei obern und ein anderes den untern Zylinder. Das durch einen Trichter laufende Pulver kommt zwiſchen die beiden Tücher, wird ſtark zuſammengepreßt und bildet einen Kuchen. Ragt dieſer Kuchen etwas weit über die Zylinder heraus, ſo bricht er vermöge ſeines eigenen Gewichtes ab und fällt in einen Kaſten.

Das Glätten geſchieht auf die gewöhnliche Weiſe; die übrigen Operationen werden ſo vorgenommen, wie es die oben beigefügte Tafel angiebt.

1616. **Rundes Pulver.** Das Verfahren rundes Pulver zu machen, wurde seit langer Zeit in Bern angewendet. Champy änderte daſſelbe einigermaſſen ab und man bereitet jetzt zu Bouchet das Sprengpulver auf dieſe Weiſe. Wir zählen hier die Operationen und ihre Dauer bei 100 Kilogr. Pulver auf.

	Dauer.	
1.) Pulveriſirung des Schwefels und der Kohle	4	Stden.
2.) Mengung des Schwefels mit Kohle und Salpeter	4	—
3.) Körnen	1/2	—
4.) Abſonderung der Körner	1/2	—
5.) Glätten	2	—
6.) Trocknen durch Feuer	4	—
An der Luft	12	—

Die erſte und zweite Operation werden in Tonnen vorgenommen, wie bei dem Verfahren mit Mühlſteinen. Das Körnen geſchieht auf eine beſondere Weiſe. Man nimmt hierzu eine Trommel von ungefähr 1 Meter im Durchmeſſer und von 3—4 Dezimeter Breite. Es geht eine Achſe durch die Trommel, um ſie in rotirende Bewegung verſetzen zu können. An der Peripherie iſt dieſe mit einer Öffnung verſehen, die man nach Belieben verſchließen und durch welche man die Maſſe hineinbringen und herausnehmen kann; an einer Seite befindet ſich ein kreisrundes Loch, in welchem die Achſe befeſtigt iſt. Dieſes Loch nimmt noch eine feſt ſtehende Röhre auf, die parallel mit der Achſe läuft und mit einer Reihe von kleinen Löchern verſehen iſt, wodurch man das Pulver mit Waſſer begießen kann; dieſe wird in Bewegung geſetzt und das Waſſer als ein feiner Regen hineingegoſſen; jedes hineinfallende Tröpfchen bildet den Mittelpunkt eines kleinen Korns, welches unaufhörlich im feuchten Staub ſich herumbewegt, und ſo ſich abrundet und durch konzentriſche Lagen vergrößert gleich einem Schneeball. Würde dieſe Operation lange fortgeſetzt, ſo könnte man ſehr große Körner bilden, allein man hört damit auf, wenn ſie den erforderlichen Durchmeſſer erlangt haben; die erzeugten Körner ſind vollkommen kugelförmig, allein nicht durchgängig von gleichem Volum. Durch die geeigneten Siebe ſondert man die feineren Körner nebſt dem Staube, von den gröbern und ganz groben Körnern. Die zu groben Körner

werden wiederum von den kleinern geſchieden und aufs Neue pulveriſirt; der Staub kommt wieder zu neuen Gemengen.

Das feine Korn dagegen wird bei einer nächſten Operation angewendet, und giebt, indem es den Kern bildet, ſehr leicht größere Körner.

Das Glätten und die übrigen Operationen geſchehen wie gewöhnlich.

Eigenſchaften des Pulvers.

1617. Das Pulver kann ſich entweder durch den Stoß oder durch eine ſchnell bis zur Rothgluth geſteigerte Temperatur entzünden. Ein heftiger, ſelbſt zwiſchen zwei ziemlich weichen Körpern Statt findender Stoß kann ſtets die Exploſion bewirken. Auch der elektriſche Funke kann das Pulver entzünden. Erhitzt man das Pulver, ſo können die Reſultate verſchieden ſeyn; wird das Pulver aber mit einem glühenden Körper berührt, ſo fängt es Feuer und detonirt. Dieſe Wirkung bringen die glühenden Stahlkügelchen hervor, welche der Flintenſtein von der Batterie abſchlägt. Ehedem wirkten die ſtatt der Steine angewendeten Schwefelkieſe ebenſo; auch jeder andere glühende Körper wirkt auf das Pulver ſo. Daraus läßt ſich jedoch nicht ſchließen, daß das Pulver leicht Feuer fängt. Es muß erſt wenigſtens ein Körnchen zur Rothgluth gebracht werden, wenn ein Haufen angezündet werden ſoll. Bringt man etwas Pulver in eine mit Waſſerſtoffgas gefüllte Glasröhre, und zündet dieſes an, ſo kann das Gas verbrennen, ohne daß das Pulver Feuer fängt. Nähert man ein angezündetes Papier einem kleinen Häufchen Pulver, ſo iſt gewöhnlich die es berührende Flamme nicht im Stande das Pulver zu entzünden. Wirft man aber die Körner in die Flamme ſelbſt, ſo entzünden ſie ſich. Dieſes Verhalten läßt ſich leicht aus der Temperaturerniedrigung erklären, welche die Flamme bei der Berührung der Körner erleidet, indem ſie dieſe dann nicht zum Glühen bringen kann. Sollen ſich die Körner entzünden, ſo müſſen ſie eine Zeit lang in der Flamme ſelbſt verweilen, um rothglühend zu werden. Wirkt die Hitze allmählig auf das Pulver, ſo ſchmilzt der Schwefel und entzündet ſich bei 150° C, wenn die Luft Zutritt hat;

die Entzündung theilt ſich dann dem Pulver ſelbſt mit. Stellt man dieſen Verſuch im luftleeren Raum an, ſo ſchmelzt der Schwefel ebenfalls und deſtillirt über; wird die Temperatur bedeutend geſteigert, ſo bemerkt man auch eine ſchwache Detonation. Dieſe rührt von der Reaktion des Salpeters auf die Kohle und auf einen Theil des Schwefels her.

Dieſe verſchiedenen Umſtände erklären die Nothwendigkeit der Zündhütchen, wenn die Verbrennung des Pulvers in den Waffen vollſtändig ſeyn ſoll. Die durch das gewöhnliche Zündkraut erzeugte Flamme verbreitet ſich auch außerhalb der Zündpfanne, wogegen die Flamme eines Zündhütchens nothwendigerweiſe ganz in das Gewehr eindringt, alle Pulverkörner einhüllt und ſie demnach in die zur Entflammung nöthige hohe Temperatur verſetzt.

Die allgemeinen Wirkungen des Pulvers ſind nicht ſchwer zu erklären. Durch die Detonation entwickelt ſich Kohlenſäure, Stickſtoff, Kohlenoxydgas und Waſſerdampf; alle dieſe Produkte ſind gasförmig. Der Rückſtand beſteht aus Schwefelkalium. Es verwandeln ſich alſo die Beſtandtheile des Pulvers durch die Verpuffung in Gas, deſſen Temperatur ſehr hoch iſt; hieraus erklärt ſich nun die weitere Wirkung.

Will man aber weiter gehen und die Natur und das Volum dieſer Gaſe beſtimmen, ſo ſtößt man auf faſt unüberwindliche Hinderniſſe, weil die Bedingungen, welche in den Waffen vorhanden ſind, nur äußerſt ſchwierig erfüllt werden können.

Je nachdem die Verbrennung langſam oder ſchnell iſt, ob große oder kleine Maſſen von Pulver ſich entzünden, ob ſie unter ſchwachem oder ſtarkem Druck Statt findet, alle dieſe Umſtände haben ſowohl auf die Beſchaffenheit als auf die Menge der Gaſe Einfluß.

Gay-Luſſac nimmt in Folge ſeiner angeſtellten Verſuche an, daß ein Liter Pulver, welches 900 Gramme wiegt 450 Liter Gas von 0° C bei einem Barometerſtand von 0,76 Meter giebt. 100 Thl. dieſes Gaſes beſtehen aus 53 Kohlenſäure, 5 Kohlenoxyd und 42 Stickſtoff. Dieſe Verſuche wurden angeſtellt, indem man das zu prüfende Pulver körnerweiſe in eine rothglühende Röhre fallen ließ, aus wel-

cher das ſich entbindene Gas aufgefangen werden konnte. Sollen dieſe Reſultate die eigentliche Kraft des Pulvers ausdrücken, ſo muß man zugleich die Erhöhung der Temperatur in Anſchlag bringen, welche während der Detonation Statt hat. In dieſer Beziehung aber läßt ſich nichts Beſtimmtes annehmen; doch ſteigt die Temperatur der Gaſe wenigſtens auf 1000—1200 Grade und kann ſelbſt noch darüber hinaus gehen.

1619. Das Pulver kann hinſichtlich ſeiner Güte aus mancherlei Gründen ſehr verſchieden ſeyn; dieſe Urſachen aber muß man ſo viel als der Stand der Wiſſenſchaft erlaubt, genau kennen lernen. Es iſt leicht den Schwefel und den Salpeter von ſtets gleicher Beſchaffenheit zu erhalten, allein dieß gilt nicht von der Kohle; dieſe variirt dergeſtalt, daß man ſie faſt allein als die Urſache der großen Verſchiedenheit in der Qualität des Pulvers betrachten kann.

Harte und ſtark geglühte Kohle giebt ſehr ſchwer entzündliches Pulver; dagegen liefert eine leichte, wenig kalzinirte und waſſerſtoffhaltige Kohle ein leicht entzündliches Pulver. Die für gewiſſe Pulverſorten am meiſten ſich eignende Kohle iſt die, welche man erhält, wenn man das Holz gerade ſo ſtark glüht, daß es ſich pulveriſiren läßt.

Die Dichtigkeit des Pulvers iſt ferner ein anderer wichtiger Grund, der eine Verſchiedenheit in der Qualität deſſelben erzeugt. Die dichten Sorten entzünden ſich weniger leicht; dagegen ſind die leichten und poröſen Sorten ſehr leicht entzündlich.

Auch die Feuchtigkeit des Pulvers hat Einfluß auf deſſen Qualität, denn ſie macht es nicht nur minder entzündlich, ſondern bewirkt auch die Kryſtalliſation des Salpeters und kann eine Entmiſchung des Gemenges herbei führen. Feuchtes Pulver, welches man wieder trocknet, muß auch an Güte verlieren, wenn es vorher durch den Einfluß des Waſſers gelitten hat.

1620. Für die Gewehre iſt dasjenige Pulver das beſte, welches ſich gänzlich entzündet, noch ehe die Kugel aus dem Geſchütz gefahren iſt, nicht aber dasjenige, welches ſich am ſchnellſten entzündet, wie man ehedem glaubte. Dieſe

Wahrheit, welche die Grundlage aller über die Fabrikation des Pulvers angeſtellten Unterſuchungen geworden iſt, wurde durch die vielfältigen Verſuche, welche ſeit einigen Jahren von der Pulveradminiſtration in Frankreich angeſtellt worden, vollkommen beſtätigt. Man unterſcheidet unter dem Namen zertrümmerndes Pulver (poudres brisantes) gewiſſe Pulverqualitäten, deren Wirkung auf die Kugel ſehr ſchwach, dagegen ſehr kräftig auf die Waffe ſelbſt iſt. Alle Pulverſorten, welche ſich ſehr ſchnell entzünden, gehören hierher. Sie nähern ſich demnach gewiſſen Knallpulvern, wie z. B. dem Knall-Silber, Knallquecksilber und Knallgold, welche, in die Gewehre gebracht, dieſe wohl zertrümmern, aber die Kugeln nicht hinaus ſchleudern.

Man kann zertrümmerndes Pulver mit leicht entzündlicher Kohle bereiten, wenn man demſelben eine geringe Dichtigkeit giebt. Auch wenn man das Korn ſehr fein macht, ſo erhält man dieſe Pulverſorte ebenfalls; endlich aber auch durch lange fortgeſetztes Pulveriſiren der Maſſe, ſo daß dieſelbe aufs Innigſte vermengt wird. Dieſe Pulverſorten ſind übrigens zuweilen ſehr ſchlecht, denn wenn man Gewehre damit ladet, welche ihnen widerſtehen können, ſo tragen ſie doch nicht weit.

Am weiteſten trägt das Pulver, welches ſich nur ſo ſchnell entzündet, daß es im Gewehre noch ganz abbrennt, allein zugleich ſo langſam, daß die Verbrennung nur in dem Maaße vor ſich geht als die Kugel vorwärts getrieben wird. Dieſes Pulver greift zugleich die Gewehre am Wenigſten an.

Es muß dem zu Folge ein gewiſſes Verhältniß zwiſchen dem Zuſtand der Kohle, der Dichtigkeit des Pulvers und der Größe des Korns Statt finden. Muß man ſich in Beziehung auf zwei dieſer Elemente innerhalb gewiſſer Grenzen halten, ſo kann man das dritte auf geeignete Weiſe abändern. Man nimmt dann z. B. nur eine leichte Kohle zu dichtem grobkörnigem Pulver und eine harte Kohle zu feinem und poröſem Pulver, wenn dieſes übrigens zu demſelben Zwecke beſtimmt iſt. Die Beſchaffenheit der Gewehre bedingt auch die Qualität des Pulvers. In Flinten entzünden ſich grobe Körner nur unvollkommen. Feine Körner bewirken leicht

ein Zerreißen der Kanonen. Das Jagdpulver muß deshalb fein und das Geſchützpulver grob ſeyn. Das Sprengpulver darf ein noch gröberes Korn haben. Dieſe Bedingungen dürfen nicht vernachläßigt werden.

Prüfung des Pulvers.

1621. Bei dem Probiren des Pulvers muß man ſämmtliche, weiter oben betrachtete Umſtände berückſichtigen. Man muß vorerſt das Pulver hinſichtlich ſeiner Miſchung unterſuchen, dann die Beſchaffenheit der Kohle, die Dichtigkeit, die Feinheit und Form des Korns, die Feinheit der Theilchen und endlich ſeine Tragkraft beſtimmen. Der letzte Verſuch iſt der wichtigſte von Allen, allein man erhält dadurch doch nicht die gewünſchte Genauigkeit, denn Pulverſorten, welche ſich ſonſt ziemlich verſchieden verhalten, geben bei dieſem Verſuch kein ſehr verſchiedenes Reſultat.

Die Miſchung des Pulvers findet man durch eine einfache Analyſe. Man wägt das Pulver, laugt es aus und dampft die Lauge zur Trockne ab; der Rückſtand iſt der Salpeter. Die auf dem Filter verbleibende Maſſe iſt Schwefel und Kohle; dieſe werden getrocknet und mit Kupferoxyd behandelt wie bei der Analyſe organiſcher Körper geſchieht. Man fängt die Kohlenſäure auf und beſtimmt daraus die Kohlenmenge. Wird der ſchwefelhaltige Kohlenrückſtand des Pulvers rothgeglüht, ſo findet man aus dem ſich ergebenden Gewichtsverluſt den Schwefelgehalt.

Die Beſchaffenheit der Kohle iſt nicht leicht zu erkennen; doch giebt die Farbe des Pulvers in dieſer Beziehung ſchon einen Wink. Wohl ausgeglühte, nur wenig Waſſerſtoff enthaltende Kohlen ſind ſchwarz; ſchwach geglühte, ziemlich waſſerſtoffhaltige Kohlen aber ſind rothbraun oder braun. Da Letztere zum Theil noch aus Humusſäure beſtehen, und dieſe in kochendem Ätzkali ſich auflöſt, ſo benützt man dieſe Eigenſchaft. Iſt das Gewicht der Kohle bereits auf die oben beſagte Weiſe beſtimmt worden, ſo behandelt man das Gemenge von Schwefel und Kohle in kochender Ätzkalilauge. Der Schwefel und die Humusſäure löſen ſich darin auf und die

Kohle bleibt als Rückſtand; man bringt ſie auf's Filter, ſüßt ſie aus und trocknet ſie bei 100°.

Da man nun die reine Kohle quantitativ beſtimmt hat, ſo darf man ſie nur von der durch die Behandlung mit Kupferoxyd gefundenen Geſammtmenge der Kohle abziehen, um den Kohlengehalt der Humusſäure zu beſtimmen. Multiplizirt man dieſen im Verhältniß von 57 zu 100, ſo erhält man den Humusſäuregehalt. Dieſe drei Behandlungen reichen hin, um die im Pulver enthaltene Menge von Salpeter, Kohle und Humusſäure zu beſtimmen; der Verluſt iſt Schwefel.

Die Dichtigkeit findet man auf gewöhnliche Weiſe, indem man nämlich ein Fläſchchen mit Waſſer und Pulver nach einander füllt und wägt. Die Feinheit des Korns beſtimmt man durch Siebe, welche mit Löchern von genau beſtimmter Größe verſehen ſind; die Form aber läßt ſich leicht erkennen.

Die Feinheit der Theilchen läßt ſich nicht ſehr genau beſtimmen; hierzu würde das Mikroſcop ſehr gut angewendet werden können. Annäherungsweiſe läßt ſich dieß dadurch erreichen, daß man das Pulver mit einer gewiſſen Menge Waſſers anrührt und die Zeit beſtimmt, welche erforderlich iſt bis der Schwefel und die Kohle ſich abſetzen. Hat man vorher ſchon Verſuche mit Pulver angeſtellt, deſſen Feinheit bekannt iſt, und kennt man alſo die Zeit, welche die unauflöslichen Körper zum Abſetzen erfordern, ſo laſſen ſich andere Pulverſorten ſehr leicht darnach klaſſifiziren.

1622. Um die Tragkraft des Pulvers zu beſtimmen, wendet man verſchiedene Apparate an, von denen wir hier nur Regnier's Pulverprobe und den Probemörſer anführen.

Regnier's Pulverprobe wird vorzüglich zur Prüfung des Jagdpulvers gebraucht. Sie beſteht aus (Fig. 9 Taf. 19) zwei gefederten Armen b und c. Der Arm c hat in a einen kleinen Raum für das Pulver mit einer Vertiefung für das Zündkraut. Es iſt außerdem auch ein Gradbogen f angebracht, der in einem Falz am Arm b verſchiebbar iſt. Dieſes Inſtrument iſt ferner mit einem Draht g, h, i ver-

ſehen, welcher in ein Loch am Arm b ſich ſchieben kann. Es iſt dieſer Draht mit einem kleinen Läufer von Leder verſehen, der ſich an demſelben hin und her ſchieben läßt. Der Arm b hat einen Bogen d, der ſich in e hackenförmig rückwärts krümmt und auf dem Pulverbehälter befeſtigt wird.

Um das Pulver zu probiren, füllt man den leeren Raum, der ungefähr ein Gramm faßt und ſchüttet das Zündkraut auf. Der Läufer wird nun nach i, geſchoben und das Pulver angezündet; ſo bald die Detonation erfolgt, trennt ſich nun der Lauf vom Hacken, indem jeder ſeinen Bogen, woran er befeſtigt iſt, mitnimmt. Dieſe Wirkung iſt in b′ e′ angedeutet. Der lederne Läufer iſt nun um eine gewiſſe Anzahl Grade verſchoben, die man am Bogen meſſen kann.

Das gewöhnliche Jagdpulver zeigt an dieſem Inſtrumente 12°; das feinſte aber 14°. Jeder Grad drückt die Wirkung eines Kilogramms aus, welches zur Wiederannäherung der beiden Arme angewendet werden muß.

Der Probemörſer wird zur Prüfung des Geſchützpulvers vorzugsweiſe angewendet. Er beſteht (Fig. 10 Taf. 19) aus einem unter einem Winkel von 45° geneigten Mörſer, deſſen Pulverkammer dd 65 Millimeter tief iſt und 50 Millimeter im Durchmeſſer hat. Die Bohrung des Mörſers hat 191 Millimeter im Durchmeſſer und iſt 239 Millimeter tief. Das Zündloch muß 4 Millimeter weit ſeyn. Die Ladung wiegt 92 Grammen; das Gewicht der kupfernen Kugel iſt 293 Hektogrammen. Durch die Exploſion muß dieſe 225 Meter weit geſchleudert werden, wenn das Pulver von gehöriger Beſchaffenheit iſt. Sehr gutes Pulver trägt 250 ja ſelbſt 260 Meter weit. Leider aber kommen bei dem Probemörſer mehrere Nebenumſtände in Betracht, die oft hindernd auftreten und nicht genau beſtimmt werden können, weshalb auch dieſes Inſtrument nur ein der Wahrheit ſich annäherndes Reſultat giebt.

Capitel XIV.

Bereitung des Chlorkalks.

1623. Bringt man Kalkhydrat und Chlor bei gewöhnlicher Temperatur mit einander in Berührung, ſo bildet ſich Chlorkalk oder ein Gemenge von chlorichtſaurem Kalk und Chlorcalcium. Iſt das Kalkhydrat mit Waſſer eingerührt, ſo geht die Bereitung ſehr leicht, allein das Produkt iſt dann nicht transportabel. Will man dagegen feſten Chlorkalk bereiten, ſo ſteigt während der Operation die Temperatur und dadurch wird ein beträchtlicher Verluſt verurſacht. Man muß deshalb die Apparate ſo einrichten, daß das Kalkhydrat ſtets in niedriger Temperatur erhalten werden kann, daß dieſes dem Chlor immer eine neue Oberfläche darbietet, und daß endlich kein Druck Statt findet.

Tennant in Glasgow wendet einen Apparat an, der aus einem Keſſel b (Taf. 26 Fig. 1 und 2), aus welchem das Chlor entbunden wird, und aus einem gemauerten Kaſten i (Fig. 1 und 2) beſteht, in welchem die Verbindung des Gaſes mit dem Kalk vor ſich geht. Der Keſſel b iſt von Blei; man bringt den Braunſtein und das Kochſalz durch die Öffnung c in denſelben und gießt die Schwefelſäure durch die krumme Röhre f darauf. Die wechſelſeitige Berührung dieſer Subſtanzen wird beſtändig durch einen Rührſtock von Gußeiſen erneuert; der Rückſtand fließt durchs Abzugsrohr q weg. Um dieſen Keſſel mit Dampf zu heitzen, ſetzt man ihn in einen zweiten gußeiſernen Keſſel a, der die Dämpfe durch die Röhre h erhält. Das Chlor wird aus dem Keſſel b durch das Rohr e in den Kaſten i geleitet; dieſer Kaſten hat vier Abtheilungen, um das aus vier Bleikeſſeln kommende Chlorgas aufzunehmen; der Boden deſſelben iſt mit einer drei bis vier Zoll hohen Lage von pulverigem Kalkhydrat

bedeckt, der von Zeit zu Zeit mit dem Rührſtäben l umgerührt wird; iſt die Operation beendigt, ſo wird der Chlorkalk durch die Thürchen k herausgenommen.

Der hier beſchriebene Apparat iſt ſo groß, daß in einem Bleikeſſel bis zwei hundert Pfunde Braunſtein auf einmal gebracht werden können.

In einigen Fabriken wird eine ande Vorrichtung vorgezogen. Man bringt das Kalkhydrat in koniſche Steingutgefäße. Durch die unten an der Seite angebrachte Öffnung läßt man das Chlorgas hineingehen; hat ſich der Kalk mit Chlor geſättigt, ſo ſtürzt man das Gefäß um und ſondert das feſte, gute Produkt von dem noch darauf befindlichen noch pulverigen, nicht gänzlich mit Chlor geſättigtem Kalk. Seit Kurzem macht man in Dieuze einen ganz vorzüglichen Chlorkalk, allein das dort übliche Verfahren iſt nicht bekannt. Wir halten es für nothwendig, daß die Fabrikanten die Natur des Kalkes beſſer ſtudiren und verſuchen, ob nicht der magneſiahaltige ſich beſſer als der gewöhnliche Kalk dazu eigne. Dieſe magneſiahaltigen Kalkſteine kommen häufig vor und ſollten ſie wirklich Vortheile darbieten, ſo könnte man ſich dieſelben leicht verſchaffen. *)

Der trockne Chlorkalk enthält gewöhnlich einen ſo bedeutenden Überſchuß an Kalk, daß man ihn mehrmals mit kleinen Mengen Waſſers behandeln muß, wenn man ziemlich konzentrirte Auflöſungen erhalten will; dem ungeachtet aber ſind dieſe Auflöſungen doch viel ſchwächer als der auf naſſem Wege bereitete Chlorkalk. Die konzentrirteſten Auflöſungen des trocknen Chlorkalks haben 6 Grade auf dem Beaumé'ſchen Aräometer und entfärben 50 Volume Indigoauflöſung, während der auf naſſem Wege bereitete Chlorkalk 8—9 Grade hat und 80 Volume derſelben Auflöſung entfärbt.

---

*) Auch in Deutſchland finden ſich dieſe Kalkſteine, die gewöhnlich unter dem Namen Dolomite bekannt ſind, ſehr häufig und zwar vorzüglich im jüngern Flözgebirge (in der Jurakalkformation); beſonders reich daran iſt Baiern und Würtemberg. Die Gegend um Muggendorf und Eichſtätt hat den ſchönſten Dolomit aufzuweiſen, der ganz kryſtalliniſch und weiß, gewiß wenig oder gar keine Eiſentheile enthält. A. u. E.

1624. In Mühlhauſen wird ſehr viel flüſſiger Chlorkalk bereitet; man füllt zu dem Endzweck ein Gemenge von Salzſäure und Braunſtein in Glasballons a (Taf. 26 Fig. 4 und 5), welche im Sandbad erwärmt werden. Das Chlor wird durch Glasröhren in einen zylindriſchen ſteinernen Trog geleitet, welcher Kalkmilch enthält. Der die Sandbäder heitzende Ofen b iſt von Gußeiſen und hat Scheidewände von Backſteinen, ſo daß jeder Ballon ein beſonderes Feuer hat; der Rauch der verſchiedenen Feuer zieht durch b in das Rohr q. Der Trog c iſt von feſtem Sandſtein; ſein Deckel d iſt von Holz und mit Harzkitt überzogen; da er in die in den Stein eingehauenen Falze eingeſetzt wird, ſo ſchließt er feſt an den Trog. Das Drehkreutz e dient zum beſtändigen Umrühren der Flüſſigkeit; die Rührſchaufeln ſind an der Achſe deſſelben Fig. 6 und 7 ſchraubenförmig befeſtigt und dürfen beim Herumdrehen nicht weiter als 2 Zoll von den innern Wänden des Troges abſtehen. Die Kalkmilch wird durch den Trichter f hineingegoſſen; das Produkt aber wird durch h abgezogen.

Jeder Druck muß in den Gefäßen vermieden werden und deshalb macht man den Trog, welcher die flüſſige Kalkmilch aufnimmt, ſehr weit und nicht tief; man führt dann die Röhre, aus welcher das Gas ſtrömt, nicht in die Flüſſigkeit ſelbſt hinein, ſondern leitet das Gas blos auf die Oberfläche der Kalkmilch.

1625. Der Chlorkalk, wenn er als ein Chloridoxyd betrachtet wird, iſt folgendermaſſen zuſammengeſetzt.

	Flüſſiger Chlorkalk.	Trockner Chlorkalk.
Kalk	51	60
Waſſer	17	20
Chlor	32	20
	100	100

Es ſind in dem flüſſigen Chlorkalk 1 At. Kalk, 2 At. Waſſer und 1 At. Chlor und im trocknen Produkt 2 At. Kalk, 4 At. Waſſer und 1 At. Chlor mit einander vereinigt. Bei der Bereitung des trocknen Chlorkalks muß das Kalkhydrat wenigſtens dieſes Quantum Waſſer enthalten, und weit

beſſer iſt es, wenn davon ein paar Prozente zuviel als zu wenig vorhanden ſind.

Da der Herr Verfaſſer dieſes Kapitel etwas zu kurz abhandelt, ſo mögen einige ergänzende Zuſätze dieſen Band beſchließen.

Nach Chevallier (S. L'art de préparer les chlorures pag. 35) bereitet man den Chlorkalk in franzöſiſchen chemiſchen Fabriken auf folgende Weiſe. Man baut eine 12 Quadratfuß breite und 6 Fuß hohe Kammer, deren Wände aus Sand- oder Backſteinen konſtruirt und durch ein Cäment aus gleichen Theilen Pech und gebrannten Gyps verkittet werden. In Ermanglung der Steine kann man auch eine hölzerne Kammer errichten, dieſe innen mit Latten beſchlagen und die Zwiſchenräume mit einem Mörtel verſchmieren, der aus Gyps, etwas Schwefelſäure, Leim, Waſſer und Kälberhaaren bereitet worden. Die Kammer muß mit einer Thüre verſehen ſeyn, welche ſich nach außen öffnet und ganz dicht ſchließt vermittelſt rings an den Rändern herumgehender Wulſte. An zwei Seiten der Kammer befinden ſich einander gegenüber kleine Fenſter; dieſe können nach außen zu geöffnet werden und fallen durch angehängte Gewichte gleich einer Klappe von ſelbſt zu. Durch dieſe Fenſter kann man den Gang der Operationen beobachten aus der Farbe der in der Kammer enthaltenen Dämpfe. Im Innern iſt die Kammer ſowohl an den Wänden als in der Mitte mit Brettern verſehen, welche auf einem Geſtelle ſich befinden, beweglich und 10—12 Zoll von einander entfernt ſind. Der gelöſchte und zerfallene Kalk wird in zolldicken Schichten darauf ausgebreitet. Iſt alles gehörig vorbereitet, ſo verſchließt man die Thüre und Fenſter und verſchmiert die Fugen deſſelben mit einem thonigen Kitt. Man läßt nun das Chlorgas hineinſtrömen, ſo lange als der Kalk noch davon aufnimmt, was an der Farbe der in der Kammer befindlichen Dämpfe zu erſehen iſt. Aus Erfahrung kennt man bereits, wie viel Chlor man auf ein beſtimmtes Quantum Kalk nöthig hat; man rechnet gewöhnlich auf 100 Thl. Kalkhydrat das aus 100 Thl. Kochſalz ſich entbindende Chlor und erhält daraus ungefähr 150 Thl. trocknen Chlorkalk. Man hat vorzüglich während der Operation dafür zu ſorgen, daß die Temperatur in der Kammer nicht zu ſehr ſteige. Oben auf der Decke der Kammer wird eine hydrauliſche Klappe angebracht, die aus einem Bleikäſtchen beſteht, deſſen Ränder in eine mit Waſſer gefüllte Rinne eintauchen. Eine Seite der Kammer wird mit einer Sicherheitsröhre verſehen, welche in Kalkmilch taucht, um das am Ende der Operation ſich entbindende überſchüſſige Chlor aufzunehmen; dieſes Produkt kann nachher zum Bleichen verwendet werden.

Die Abſorption des Chlors durch den Kalk kann ſehr befördert werden, wenn man das ausgebreitete Pulver von Zeit zu Zeit vorſichtig umrührt, oder auch indem man anfangs nur die Hälfte der mit Kalkhydrat belaſteten Bretter in die Kammer bringt; iſt der Kalk ziemlich mit Chlor geſättigt, was aus den dunkeln, grün-gelben Dämpfen zu erkennen iſt, ſo läßt man dieſe vollends abſorbiren, ohne neues Chlor weiter zuzuleiten, öffnet dann die Thüre und ſchiebt die zweite Hälfte der mit friſchem Kalkhydrat gefüllten Bretter hinein. Iſt der auf den erſten Brettern befindliche Chlor-

kalk fertig, ſo nimmt man ihn heraus und erſetzt ihn durch neue mit Kalkhydrat gefüllte Bretter, und ſo fort. Hat man in großen Fabriken zwei ſolche Kammern, ſo läßt ſich mit bedeutendem Vortheil arbeiten, indem man die Chlorentwicklung nie zu unterbrechen braucht und das Gas dann abwechſelnd nach Bedarf in die eine oder andere Kammer leiten kann. Man nimmt in dieſem Falle zum Wechſeln der Bretter den Augenblick wahr, wo das Gas in der Kammer vollſtändig abſorbirt worden. Bereitet man den Chlorkalk in kleineren Maſſen, ſo wendet man zur Aufnahme der Kalkes entweder ſteinerne oder bleierne Gefäße an, füllt ſie mit Kalkhydrat und ſteckt das Gasentbindungsrohr mittelſt eines durchbohrten Korkes in ein größeres Glasrohr, z. B. in den Hals eines abgeſprengten Kolbens, der mitten in den Kalk geſtellt wird; dadurch wird das Chlor genöthigt ſich gleichförmig zu verbreiten und durchdringt den Kalk nach allen Richtungen. Statt deſſen ſetzt man auch auf den Boden ein umgeſtürztes, durchlöchertes Schüſſelchen von Steinzeug, in welches die Röhre eingeſteckt wird. Der Raum unter der Schüſſel iſt leer und nimmt das Chlor auf, welches ſich durch die Löcher in den darauf liegenden Kalk verbreitet. Je kälter die Gefäße gehalten werden, deſto mehr nimmt der Kalk Chlor auf.

Herrn Dumas Vermuthung §. 1623, daß magneſiahaltiger Kalk ſich beſſer zur Chlorkalkbereitung eignen möchte als der reine Kalk, theilen wir mit ihm und zwar aus folgenden Gründen:

1.) hat die Magneſia ein kleineres Atomgewicht als der Kalk und wird alſo bei gleichem abſoluten Gewicht mehr Chlor aufnehmen, und

2.) weil vermuthlich der magneſiahaltige Kalk wegen des geringern elektropoſitiven Werthes der Magneſia ſich minder ſtark als der reine Kalk erhitzen wird, und ſonach auch hierdurch die Chlorabſorption begünſtigt wird.

Der magneſiahaltige Kalkſtein wird bereits in Süddeutſchland an mehreren Orten in Kalköfen gebrannt, ſodann gleich dem gewöhnlichen Kalk gelöſcht und zu Mörtel angewendet; Fabrikanten könnten alſo damit ſehr leicht Verſuche im Großen anſtellen.

Um das Chlorgas von dem ſo häufig anhängenden ſalzſauren Gas zu reinigen, leitet man es zuerſt durch eine mit etwas Waſſer gefüllte Sicherheitsflaſche.

Nach Döbereiner muß man, um den ganzen Chlorgehalt des angewendeten Kochſalzes auf naſſem Wege zu gewinnen nicht wie bisher auf 1 At. Chlornatrium 2 At. Schwefelſäure, ſondern 4 At. Schwefelſäure nehmen (S. Schweigger-Seidels neues Jahrbuch der Chemie und Phyſik. Bd. 3. S. 480.)

Der fertige Chlorkalk wird im Kleinen in Krüge oder Gläſer und im Großen in mit Papier ausgeklebte Fäſſer verpackt. Er darf weder der Luft noch dem Licht ausgeſetzt und an kühlen Orten aufbewahrt werden, weil er ſonſt allmählig ſeine bleichende Eigenſchaft verliert. Über die Prüfung des Chlorkalks ſoll ſpäter das Nöthige geſagt werden.

Der trockne Chlorkalk iſt weiß, pulverig und riecht nach chloriger Säure, nicht aber nach Chlor. Er zieht an der Luft Kohlenſäure an und wird feucht, wobei ſich allmählig Chlor entbindet. Im Waſſer löſt er ſich zum Theil auf und läßt zuletzt Kalkhydrat zurück. Werden Säuren damit

in ſolcher Menge zuſammengebracht, daß ſie den Kalk ſättigen können, ſo entbindet ſich ſchnell alles an den Kalk gebundene Gas; kommen aber nur kleine Mengen Säuren mit ihm in Berührung, ſo bildet ſich ein Doppelchlorkalk mit weit ſtärkerer Bleichkraft als der einfache.

Der flüſſige Chlorkalk kommt der Hauptſache nach in ſeinen Eigenſchaften und Wirkungen mit dem trocknen ganz überein und iſt nur reicher an Chlor als dieſer. Er kann nicht aufbewahrt werden, indem er ſich ſelbſt in verſchloſſenen Gefäßen zerſetzt und Sauerſtoff entbindet; es muß derſelbe bald nach der Bereitung verbraucht werden und eignet ſich deshalb auch nicht zum Handelsartikel.

Chlorkalkauflöſungen erhitzt und längere Zeit im Kochen erhalten, entwickeln ſehr viel Sauerſtoffgas, indem der Chlorkalk ganz zerſtört wird und ſich in Chlorcalcium verwandelt. Chlorkalkauflöſungen mit Baumwollenzeug erhitzt entwickeln viel Kohlenſäure und das Zeug wird ſtark angegriffen.

Über die Natur des Chlorkalks ſind die Anſichten der Chemiker getheilt. Man betrachtet ihn entweder als eine lockere Verbindung von Chlor mit Kalkerde und ſucht dieſe Anſicht vorzüglich dadurch zu beweiſen, daß er durch Kohlenſäure gänzlich zerſetzt wird, indem ſich das *Chlor* daraus abſcheidet; oder man hält ihn für eine Verbindung von *chlorichter* Säure mit Kalkerde. Berzelius, der letztere Anſicht zuerſt *aufſtellte, ſucht die*ſelbe vorzüglich aus der Analogie mit dem unter gleichen Umſtänden ſich bildenden chlorichtſauren Kali zu beweiſen. Das Nähere über dieſe beiden Theorien, von denen die erſtere Dingler (der Sohn) neuerdings, geſtützt auf viele eigene Verſuche, vertheidigte, findet ſich nebſt andern intereſſanten Abhandlungen von Morin und Schwartz über den Chlorkalk in Erdmanns Journal für tech. und ökon. Chemie Bd. 2. S. 312.

Anwendung. Der Chlorkalk wird nicht nur überall da angewendet, wo das Chlor gebraucht wird, ſondern leiſtet in ſehr vielen Fällen noch weit beſſere Dienſte, indem er vorzüglich beim Bleichen nicht ſo leicht als dieſes nachtheilig wirken kann.

Chlorichtſaures Kali. (Javelle'ſche Lauge.)

Berthollet bereitete dieſe Verbindung zuerſt und wandte ſie ſehr vortheilhaft zum Bleichen an. Man löſt in 25 Liter Waſſer 2 Kilogrammen gute Pottaſche auf und leitet Chlorgas hinein, welches vorher durch eine mit etwas Waſſer verſehene Sicherheitsflaſche gegangen, um die anhängende Salzſäure zu abſorbiren. Um dieſe Pottaſchenauflöſung mit der nöthigen Menge Chlor zu ſättigen, nehme man 192 Gramme Braunſtein, 1 Pfd. Kochſalz und 384 Gramme Schwefelſäure, die mit einer gleichen Menge Waſſers verdünnt worden. Im Allgemeinen eignet ſich eine Pottaſchenauflöſung von 14—15° nach Baumés Aräometer zur Bereitung dieſer Bleichflüſſigkeit und es hat dieſelbe die nöthige Chlormenge aufgenommen, wenn ſie Lakmuspapier bleicht, ohne es vorher höher blau zu färben. Das flüſſige Produkt wird in gut verſchloſſenen Flaſchen aufbewahrt; es iſt bald waſſerhell, bald roſenfarb. Letztere Farbe rührt von etwas Mangangehalt her, dem man ihn bisweilen zur Erzeugung dieſer Farbe abſichtlich zuſetzt; man nimmt nämlich etwas vom Rückſtande aus dem Chlorentbindungsgefäß, bringt einen Überſchuß von Javelle'ſcher Lauge hinzu und läßt das Gemiſch an der Luft ſtehen

bis es ſich dunkel violett gefärbt hat. Man filtrirt nun die Flüſſigkeit und bewahrt ſie in Flaſchen auf. Will man die Bleichflüſſigkeit roſenroth färben, ſo giebt man mehr oder weniger von dieſer manganhaltigen Flüſſigkeit dazu, je nachdem man ſie heller oder dunkler gefärbt haben will.

Die Auflöſung des chlorichtſauren Kali's riecht nach chloriger Säure und bleicht die Pflanzenfarben, indem es Sauerſtoff abgiebt und Chlorkalium bildet. Man wendet es, ſeitdem der wohlfeilere Chlorkalk in den Handel gebracht wurde, nicht mehr im Großen zum Bleichen an, ſondern nur um Obſtflecken ꝛc. aus der Wäſche zu entfernen.

Chlorichtſaures Natron.

Dieſe Verbindung wird nach Payen noch auf andere Weiſe dargeſtellt als §. 1087. angegeben worden. Man ſtößt 1 Pfd. beſten trocknen Chlorkalk von 98° nach Gay-Luſſac und fügt nach und nach 12 Pfd. Waſſer hinzu; das Gemiſch läßt man 3 Stunden lang ſtehen und ſich klären, indem man das Gefäß verſchloſſen hält; hierauf gießt man die klare Flüſſigkeit ab und giebt den Rückſtand auf ein Filter, welches wiederhohlt mit höchſtens 2 Pfd. Waſſer ausgeſüßt wird. Zu der erhaltenen Chlorkalkauflöſung gießt man 2 Pfd. kryſtalliſirtes in 4 Pfd. Waſſer aufgelöſtes kohlenſaures Natron unter beſtändigem Umrühren. Es ſetzt ſich Gyps ab, und die darüber ſtehende klare Flüſſigkeit wird abgegoſſen und in hermetiſch verſchloſſenen Gefäßen aufbewahrt. Der Rückſtand wird ausgeſüßt und die Waſchwaſſer können zur Auflöſung einer neuen Menge Chlorkalks gebraucht werden. Man erhält bei Anwendung obiger Mengen gewöhnlich 10 Liter flüſſiges Chlornatron. Das chlorichtſaure Natron iſt in ſeinen Eigenſchaften und Wirkungen nicht weſentlich von dem chlorichtſauren Kali verſchieden; auch ſeine Anwendung iſt dieſelbe, nur wird es bei mediziniſchem Gebrauche den übrigen chlorichtſauern Salzen vorgezogen.

Chlorichtſaure Magneſia. (Chlormagneſia.)

Man bereitet ſie wie den Chlorkalk, indem man Magneſia mit Waſſer anrührt und Chlorgas hineinleitet. Sie zerſtört die Pflanzenfarben gleich den übrigen chlorichtſauren Salzen und ſoll nach H. Davy beim Zeugdruck ein vortheilhafteres Reſultat geben als das Kalkſalz, indem es keinen erdigen Niederſchlag auf die Zeuge fallen läßt.

Ausführliches über den Chlorkalk und die übrigen chlorichtſauren Salze findet man in dem ſehr empfehlenswerthen Werke: „Stratingh über die Bereitung, die Verbindungen und die Anwendung des Chlors, aus dem Holländiſchen von Dr. Kaiſer. Ilmenau 1829.“ A. u. E.

Ende des zweiten Bandes.

I.

Vergleichung der Skalen der am meiſten gebräuchlichen Thermometer.

Celſius.	Reaumür.	Fahrenheit.	Celſius.	Reaumür.	Fahrenheit.
+ 100	+ 80	+ 212	+ 67	+ 53,6	+ 152,6
99	79,2	210,2	66	52,8	150,8
98	78,4	208,4	65	52	149
97	77,6	206,6	64	51,2	147,2
96	76,8	204,8	63	50,4	145,4
95	76	203	62	49,6	143,6
94	75,2	201,2	61	48,8	141,8
93	74,4	199,4	60	48	140
92	73,6	197,6	59	47,2	138,2
91	72,8	195,8	58	46,4	136,4
90	72	194	57	45,6	134,6
89	71,2	192,2	56	44,8	132,8
88	70,4	190,4	55	44	131
87	69,6	188,6	54	43 2	129,2
86	68,8	186,8	53	42,4	127,4
85	68	185	52	41,6	125,6
84	67,2	183,2	51	40,8	123,8
83	66,4	181,4	50	40	122
82	65,6	179,6	49	39,2	120,2
81	64,8	177,8	48	38,4	118,4
80	64	176	47	37,6	116,6
79	63,2	174,2	46	36,8	114,8
78	62,4	172,4	45	36	113
77	61,6	170,6	44	35,2	111,2
76	60,8	168,8	43	34,4	109,4
75	60	167	42	33,6	107,6
74	59,2	165,2	41	32,8	105,8
73	58,4	163,4	40	32	104
72	57,6	161,6	39	31,2	102,2
71	56,8	159,8	38	30,4	100,4
70	56	158	37	29,6	98,6
69	55,2	156,2	36	28,8	96,8
68	54,4	154,4	35	28	95

Celſius.	Reaumür.	Fahrenheit.	Celſius.	Reaumür.	Fahrenheit.
+ 34	+ 27,2	+ 93,2	— 4	— 3,2	+ 24,8
33	26,4	91,4	5	4	23
32	25,6	89,6	6	4,8	21,2
31	24,8	87,8	7	5,6	19,4
30	24	86	8	6,4	17,6
29	23,2	84,2	9	7,2	15,8
28	22,4	82,8	10	8	14
27	21,6	80,6	11	8,8	12,2
26	20,8	78,8	12	9,6	10,4
25	20	77	13	10,4	8,6
24	19,2	75,2	14	11,2	6,8
23	18,4	73,4	15	12	5
22	17,6	71,6	16	12,8	3,2
21	16,8	69,8	17	13,6	1,4
20	16	68	18	14,4	0,4
19	15,2	66,2	19	15,2	— 2,2
18	14,4	64,4	20	16	4
17	13,6	62,6	21	16,8	5,8
16	12,8	60,8	22	17,6	7,6
15	12	59	23	18,4	9,4
14	11,2	57,2	24	19,2	11,2
13	10,4	55,4	25	20	13
12	9,6	53,6	26	20,8	14,8
11	8,8	51,8	27	21,6	16,6
10	8	50	28	22,4	18,4
9	7,2	48,2	29	23,2	20,2
8	6,4	46,4	30	24	22
7	5,6	44,6	31	24,8	23,8
6	4,8	42,8	32	25,6	25,6
5	4	41	33	26,4	27,4
4	3,2	39,2	34	27,2	29,2
3	2,4	37,4	35	28	31
2	1,6	35,6	36	28,8	32,8
1	0,8	33,8	37	29,6	34,6
0	0	32	38	30,4	36,4
— 1	— 0,8	30,2	39	31,2	38,2
2	1,6	28,4	40	32	40
3	2,4	26,6			

II.

Vergleichung der Grade der bekannteſten, gleichtheiligen Aräometer mit dem denſelben entſprechenden ſpezifiſchen Gewichte *).

Aräometergrade.	Entſprechendes ſpezifiſches Gewicht für			
	Baumé's Aräometer			Benkely und Beck's Aräometergrade.
	nach Frankoeur bei 10° Reaum.	nach Gerſtner.	nach von Jaquin und Huß.	
62	0,	—	0,7251	—
61	0,7411	—	0,7314	—
60	0,7449	—	0,7354	—
59	0,7487	—	0,7394	—
58	0,7526	—	0,7435	—
57	0,7565	—	0,7476	—
56	0,7604	—	0,7518	—
55	0,7643	—	0,7560	—
54	0,7684	—	0,7603	—
53	0,7725	—	0,7646	—
52	0,7766	—	0,7689	—
51	0,7807	—	0,7733	—
50	0,7849	0,760	0,7777	—
49	0,7892	0,763	0,7821	—
48	0,7935	0,767	0,7866	—
47	0,7978	0,771	0,7911	—
46	0,8022	0,774	0,7956	—
45	0,8066	0,778	0,8001	—
44	0,8111	0,782	0,8047	—
43	0,8156	0,786	0,8043	—
42	0,8202	0,790	0,8139	—
41	0,8249	0,794	0,8186	—
40	0,8295	0,798	0,8233	0,8095
39	0,8343	0,802	0,8281	0,8138
38	0,8391	0,806	0,8329	0,8173
37	0,8439	0,810	0,8378	0,8212
36	0,8488	0,814	0,8428	0,8252
35	0,8538	0,819	0,8479	0,8292
34	0,8588	0,823	0,8531	0,8333
33	0,8639	0,827	0,8584	0,8374
32	0,8690	0,832	0,8638	0,8415
31	0,8742	0,836	0,8693	0,8457
30	0,8795	0,840	0,8748	0,8500
29	0,8848	0,845	0,8804	0,8552
28	0,8902	0,849	0,8860	0,8585
27	0,8957	0,854	0,8917	0,8629
26	0,9012	0,859	0,8974	0,8673
25	0,9068	0,863	0,9032	0,8717

*) S. Meißner's Aräometrie.

Aräometergrade.	Entſprechendes ſpezifiſches Gewicht für			
	Baumé's Aräometer			Bentely und Beck's Aräometergrade.
	nach Frankoeur bei 10° Reaum.	nach Gerſtner.	nach von Jaquin und Huß.	
24	0,9125	0,868	0,9091	0,8762
23	0,9183	0,873	0,9151	0,8808
22	0,9241	0,878	0,9212	0,8854
21	0,9300	0,883	0,9274	0,8900
20	0,9359	0,888	0,9336	0,8947
19	0,9420	0,893	0,9399	0,8994
18	0,9480	0,898	0,9462	0,9042
17	0,9542	0,903	0,9526	0,9090
16	0,9605	0,908	0,9591	0,9139
15	0,9669	0,913	0,9651	0,9189
14	0,9733	0,919	0,9724	0,9239
13	0,9799	0,924	0,9792	0,9289
12	0,9865	0,929	0,9861	0,9340
11	0,9932	0,935	0,9930	0,9392
10	1,0000	0,940	1,0000	0,9444
9	—	0,946	—	0,9497
8	—	0,952	—	0,9550
7	—	0,957	—	0,9604
6	—	0,963	—	0,9659
5	—	0,969	—	0,9714
4	—	0,975	—	0,9770
3	—	0,981	—	0,9826
2	—	0,987	—	0,9883
1	—	0,994	—	0,9941
0	1,0000	1.000	1,0000	1,0000
1	1,0066	1,006	1,0070	1,0059
2	1,0133	1,013	1 0141	1,0119
3	1.0201	1,019	1.0213	1,0181
4	1,0270	1,026	1,0286	1,0241
5	1,0340	1,033	1,0360	1,0303
6	1,0411	1,039	1,0435	1,0366
7	1,0483	1,046	1,0511	1,0429
8	1,0556	1,053	1,0588	1.0494
9	1,0630	1 060	1,0666	1,0559
10	1,0704	1,068	1,0745	1,0625
11	1,0780	1,075	1,0825	1,0692
12	1,0857	1,082	1,0906	1,0759
13	1,0935	1,090	1,0988	1,0828
14	1,1014	1,097	1 1071	1,0897
15	1,1095	1,105	1,1155	1,0968
16	1,1176	1,113	1,1240	1,1039
17	1,1259	1,121	1,1326	1,1111
18	1,1343	1.129	1,1414	1,1184
19	1,1428	1,137	1,1504	1,1258
20	1,1515	1,145	1,1596	1,1333
21	1,1603	1,153	1,1690	1,1409
22	1,1692	1,162	1,1785	1,1486
23	1,1783	1,170	1,1882	1,1565
24	1,1895	1,179	1,1981	1,1644
25	1,1968	1,187	1.2082	1,1724
26	1,2063	1,197	1.2184	1,1806
27	1,2160	1,206	1,2288	1,1888
28	1,2258	1,215	1,2394	1,1972

Aräometergrade.	Entſprechendes ſpezifiſches Gewicht für			
	Baumé's Aräometer			Bentely und Beck's Aräometergrade.
	nach Frankoeur bei 10° Reaum.	nach Gerſtner.	nach von Jaquin und Huß.	
29	1,2358	1,225	1,2502	1,2057
30	1,2459	1,234	1,2612	1,2143
31	1,2562	1,244	1,2724	1,2230
32	1,2667	1,254	1,2838	1,2319
33	1,2773	1,264	1,2954	1,2409
34	1,2881	1,274	1,3071	1,2500
35	1,2992	1,285	1,3190	1,2593
36	1,3103	1,295	1,3311	1,2687
37	1,3217	1,306	1,3434	1,2782
38	1,3333	1,317	1,3559	1,2879
39	1,3451	1,328	1,3686	1,2977
40	1,3571	1,339	1,3815	1,3077
41	1,3694	1,350	1,3947	1,3178
42	1,3818	1,362	1,4082	1,3281
43	1,3945	1,374	1,4219	1,3386
44	1,4074	1,386	1,4359	1,3492
45	1,4206	1,398	1,4501	1,3600
46	1,4339	1,411	1,4645	1,3710
47	1,4476	1,424	1,4792	1,3821
48	1,4615	1,437	1,4942	1,3934
49	1,4758	1,450	1,5096	1,4050
50	1,4902	1,463	1,5253	1,4167
51	1,4951	1,477	1,5413	1,4286
52	1,5200	1,491	1,5576	1,4407
53	1,5353	1,505	1,5742	1,4530
54	1,5510	1,519	1,5912	1,4655
55	1,5671	1,534	1,6086	1,4783
56	1,5833	1,549	1,6264	1,4912
57	1,6000	1,564	1,6406	1,5044
58	1,6170	1,580	1,6632	1,5179
59	1,6344	1,596	1,6823	1,5315
60	1,6522	1,612	1,7019	1,5454
61	1,6705	1,629	1,7220	1,5596
62	1,6889	1,646	1,7427	1,5741
63	1,7070	1,664	1,7640	1,5888
64	1,7273	1,681	1,7858	1,6038
65	1,7471	1,699	1,8082	1,6190
66	1,7674	1,717	1,8312	1,6346
67	1,7882	1,736	1,8548	1,6505
68	1,8095	1,755	1,8790	1,6667
69	1,8313	1,775	1,9038	1,6832
70	1,8537	1,795	1,9291	1,7000
71	1,8765	1,816	1,9548	1,7172
72	1,9000	1,837	1,9809	1,7347
73	1,9241	1,859	2,0073	1,7526
74	1,9487	1,881	2,0340	1,7708
75	1,9740	1,903	2,0610	1,7894
76	2,0000	1,926	—	1,8085
77	—	1,950	—	1,8280
78	—	1,975	—	1,8478
79	—	2,000	—	1,8681
80	—	2,025	—	1,8889

III. Tafel,

darſtellend den Kochſalzgehalt in wäſſrigen Auflöſungen von verſchiedener Dichtigkeit nach Langsdorf.

Dichtigkeit der Kochſalzauflöſung bei + 12° R.	Prozente des darin enthaltenen Salzes.	Abſolutes Gewicht von 1 Kubikfuß rheinländ. der Auflöſung nach dem kölniſchen Markgewicht.	Salzgehalt in 1 Kubikfuß nach dem kölniſchen Markgewicht.
1,000	0	68,000	0,000
1,006	1	68,444	0,684
1,013	2	68,896	1,377
1,019	3	69,351	2,080
1,026	4	69,807	2,792
1,033	5	70,266	3,513
1,040	6	70,727	4,243
1,046	7	71,190	4,983
1,053	8	71,655	5,732
1,060	9	72,123	6,419
1,067	10	72,592	7,259
1,074	11	73,064	8,037
1,081	12	73,538	8,824
1,088	13	74,014	9,621
1,095	14	74,493	10,429
1,102	15	74,973	11,245
1,109	16	75,456	12,072
1,116	17	75,940	12,908
1,123	18	76,427	13,756
1,131	19	76,917	14,614
1,138	20	77,408	15,481
1,145	21	77,901	16,359
1,152	22	78,397	17,247
1,160	23	78,895	18,145
1,167	24	79,395	19,054
1,174	25	79,897	19,974
1,182	26	80,401	20,904

IV.

Tafel zur Unterſuchung des Salpeters auf den Gehalt an reinem ſalpeterſauren Kali nach der Temperatur, bei welcher ſeine wäſſrige Auflöſung zu kryſtalliſiren beginnt *).

(S. Meißner's Handbuch der allgemeinen und techniſchen Chemie. Bd. 3. S. 552.)

Wenn eine Auflöſung des gewöhnlichen Salpeters bei nachſtehenden Graden des Reaum. Thermometers zu kryſtalliſiren anfängt,	ſo enthält ſie gegen 100 Gewichtstheile Waſſer, nachſtehende Gewichtstheile reines ſalpeterſaures Kali,	und mithin in 100 Theilen des unterſuchten Salpeters an reinem ſalpeterſaurem Kali nachſtehende Gewichtstheile.
+ 8	22,27	55,7
8 1/4	22,53	56,3
8 1/2	22,80	57
8 3/4	23,08	57,7
9	23,36	58,4
9 1/4	23,64	59,1
9 1/2	23,92	59,8
9 3/4	24,21	60,5
10	24,51	61,3
10 1/4	24,81	62

*) Dieſe Prüfungsmethode wurde vom Artillerie-Hauptmann Huß in Wien als vorzüglich bequem und brauchbar empfohlen. Sie beruht darauf, daß eine Auflöſung von unreinem Salpeter in heißem Waſſer, beim Erkalten um ſo eher kryſtalliſirt, je weniger ſie mit fremden Salzen verunreinigt iſt. Herr Huß löſt zu dem Ende 40 Thl. des zu prüfenden ganz trocknen Salpeters in 100 Thl. reinen Waſſers durch Erwärmung auf und bringt in die Auflöſung ein ſehr empfindliches Thermometer. Man rührt nun dieſelbe beſtändig um, und beobachtet den Augenblick, in welchen der Salpeter zu kryſtalliſiren anfängt; zugleich bemerkt man am Thermometer die Temperatur, welche die Salzlöſung in dieſem Momente hat. In der obigen von Herrn Huß entworfenen Tafel läßt ſich hiernach der Salpetergehalt in der der Prüfung unterworfenen Salpetermenge erkennen. Sollte irgend eine Probe bei + 8° R. nicht kryſtalliſiren wollen, ſo iſt der Salpeter ſehr unrein; man unterſucht ihn dann, indem man demſelben mit gleichen Theilen reinen Salpeters mengt und dann aufs Neue derſelben Prüfung unterwirft. A. u. E.

Wenn eine Auflöſung des gewöhnlichen Salpeters bei nachſtehenden Graden des Reaum. Thermometers zu kryſtalliſiren anfängt,	ſo enthält ſie gegen 100 Gewichtstheile Waſſer, nachſtehende Gewichtstheile reines ſalpeterſaures Kali,	und mithin in 100 Theilen des unterſuchten Salpeters an reinem ſalpeterſaurem Kali nachſtehende Gewichtstheile.
+ 10 1/2	25,12	62,8
10 3/4	25,41	63,5
11	25,71	64,3
11 1/4	26,02	65
11 1/2	26,32	65,8
11 3/4	26,64	66,6
12	26,96	67,4
12 1/4	27,28	68,2
12 1/2	27,61	69
12 3/4	27,94	69,8
13	28,27	70,7
13 1/4	28,61	71,5
13 1/2	28,95	72,4
13 3/4	29,30	73,2
14	29,65	74,1
14 1/4	30,00	75
14 1/2	30,36	75,9
14 3/4	30,72	76,8
15	31,09	77.7
15 1/4	31,46	78,6
15 1/2	31,83	79,6
15 3/4	32,21	80,5
16	32,59	81,5
16 1/4	32,97	82,4
16 1/2	33,36	83,4
16 3/4	33,75	84,4
17	34,15	85,4
17 1/4	34,55	86,4
17 1/2	34,96	87,4
17 3/4	35,38	88,4
18	35,81	89,5
18 1/4	36,25	90,6
18 1/2	36,70	91,7
18 3/4	37,15	92,9
19	37,61	94
19 1/4	38,08	95,2
19 1/2	38,55	96,4
19 3/4	39,03	97,6
20	39,51	98,8
20 1/4	40	100

Erklärung der Kupfertafeln des zweiten Bandes.

Siebenzehnte Tafel.

Apparate zur Darſtellung des Kaliums. Fig. 1, 2 u. 3. Apparat von Gay-Luſſac und Thenard. S. Thl. II. S. 458.

Fig. 4, 5, 6, 7 u. 8. Apparat von Brunner, wie er im Collège de France aufgeſtellt iſt; er iſt Thl. II. S. 459 ausführlich beſchrieben. In dem Deckel u des Rezipienten iſt noch eine Glasröhre anzubringen, damit das Gas ſich entbinden kann. Die Röhre r muß mit Kohlen umgeben werden, damit ſie ſich nicht verſtopfe; es muß deshalb die Ofenwand rings um den Flintenlauf herum ausgehöhlt ſeyn, damit die Kohle Platz findet.

Achtzehnte Tafel.

Fabrikation des Salpeters. Fig. 1, 2 u. 3. Kaſten zum Auslaugen der Salpetererde. Fig. 4, 5 u. 6. Keſſel zum Abdampfen der Lauge. Fig. 7 u. 8. Kryſtalliſirkaſten zum Läutern des Salpeters. Fig. 9, 10 u. 11. Kaſten, in welchem der Salpeter am Ende der Läuterung ausgewaſchen wird. (S. 796 u. ff.)

Neunzehnte Tafel.

Bereitung des Schießpulvers. Fig. 1 u. 2. Pochſtempel. Fig. 3, 4 u. 5. Stampflöcher. Fig. 6, 7 u. 8. Siebe. Fig. 9. Pulverprobe von Régnier. Fig. 10. Probemörſer. (S. 826 u. ff.)

Zwanzigſte Tafel.

Salzteiche. S. 479.

Ein und zwanzigſte Tafel.

Gradirhäuſer.

Fig. 1. Queerdurchſchnitt der Gradirhäuſer zu Bex in der Schweiz.
— 2. Längendurchſchnitt derſelben Gradirgebäude.
— 3 u. 4. Rinnen, welche mit Einſchnitten verſehen ſind, woraus die
— Soole auf die Dornen läuft.

Fig. 5. Queerdurchſchnitt eines Gradirhauſes mit einer einzigen Dornenwand. a Zimmerung. b oberes Dach. c unteres Dach. d Dornenbündel. e Kanal, aus welchem die Soole durch die Seiteneinſchnitte in die Hauptrinnen fließt. f Rinnen, aus welchen ſich die Soole auf die Dornen ergießt. g Gang, welcher längs des Gradirhauſes unten zwiſchen den Dornen durchgeht, um der Luft einen Durchzug zu geſtatten. p Bretterboden, auf welchem die Soole von den Dornen herabfließt, um ſich in die Reſervoire zu begeben. r Reſervoir. s Grundpfähle, welche das Gebäude tragen.

— 6. Längendurchſchnitt deſſelben Gebäudes.

— 7. Einrichtung der Rinnen, aus welchen die Soole bald auf die eine, bald auf die andere Seite fließt. Man bewirkt das Ausfließen, indem man die Einſchnitte der mittleren Rinne, welche die Soole von den Pumpen erhält, beliebig öffnet. Es geſchieht dieß durch ein längs der Seiten der Rinne befeſtigtes, verſchiebbares Brett, welches ebenfalls mit Einſchnitten verſehen iſt; treffen die Einſchnitte der Rinne und des Brettes zuſammen, ſo fließt die Soole, im entgegengeſetzten Falle hört das Fließen auf. Um das Brett zu bewegen, bedient man ſich eines Hebels i, der im Ringe y ſpielt. Man gebraucht zu dieſem Zwecke auch Fig. 8, eine Achſe uu, welche mittelſt eiſerner Bänder an das Brett befeſtigt iſt; mit Hülfe der Hebelarme yy, die durch die Stricke nn bewegt werden können, kann das Brett hin und her geſchoben werden.

Dieſe beiden von einander verſchiedenen Vorrichtungen ſind in Fig. 5 und 6 an ihrer Stelle zu ſehen.

Fig. 11. Durchſchnitt eines Gradirhauſes mit drei Dornenwänden. a Zimmerung, b Dach, c Öffnung im Dache, um den Luftzug zu befördern. g, h h Hebelarme und die dazu gehörigen Stricke zum Verſchieben der Einſchnittbretter. e Hauptrinne, l obere Dornenwand. Sie ſteht auf einem geneigten Bretterboden, von welchem die herabträufelnde Soole auf die zwei untern Dornenwände herabfließt; zwiſchen dieſen iſt der Länge nach ein Gang k gelaſſen, wodurch zwiſchen beiden ein leerer Raum entſteht.

— 10. Seitenanſicht deſſelben Gradirhauſes.

Fig. 9. Tafel eines Tafelgradirhauſes.
— 12 Einrichtung eines Tafelgradirhauſes; die Soole fließt von einer Tafel auf die andere durch die Löcher n und gelangt zuletzt in den Behälter h.

Dieſe Tafelgradirhäuſer wurden von Baader erfunden, aber nicht eingeführt. Man verliert bei Anwendung derſelben weniger Soole, allein die Verdunſtung geht weit langſamer als bei der Dornengradirung.

Zwei und zwanzigſte Tafel.

Salzpfannen nach Cleiß Angabe. Fig. 1. Grundriß der Pfanne; es ſind deren ſechs, wovon fünf beſondere Heizräume haben. Die ſechſte iſt die Wärmpfanne, welche durch den von den fünf übrigen abziehenden Rauch geheizt wird. Es wird auf folgende Weiſe in dieſen Salinen gearbeitet.

Die Salzſoole läuft zuerſt in die Wärmpfanne, wo ſie nur erwärmt wird, ohne zu ſieden; ſie ſcheidet daſelbſt einige, mechaniſch darin aufgeſchlämmte Subſtanzen ab und fließt dann in die Gradirpfanne. Auf dieſer wurden die Blechtafeln angedeutet, woraus ſie zuſammengeſetzt iſt. Da die Gradirpfanne etwas niedriger als die Wärmpfanne liegt, ſo fließt die Soole leicht aus dieſer in jene. Iſt die Soole in der Gradirpfanne hinreichend konzentrirt, ſo läßt man ſie in die beiden niedriger liegenden Störpfannen laufen. Hier ſiedet man dieſelbe, bis ſie anfängt Salz abzuſetzen und läßt ſie dann in die beiden Soggepfannen laufen. Dieſe Arbeit geht langſam von Statten, indem die Soole nur nahe dem Siedepunkt erhalten werden muß, ohne wirklich zu kochen. Sobald das Salz zu kryſtalliſiren beginnt, wird es herausgezogen und auf den Tropfkaſten gebracht, wo die anhängende Soole ablaufen und wieder in die Pfanne fließen kann.

Fig. 2. Zuſammenfügung der Blechtafeln, woraus die Pfannen konſtruirt werden; die Ränder ſind aufgebogen und durch Nietnägel zuſammengezogen, welche durch eine Schraubenmutter gehen, welche auf eiſernen Pfeilern ruht, die die Pfanne ſtützen.
— 3. Durchſchnitt nach der Linie A B Fig. 4. Durchſchnitt nach der Linie C D. Dieſe Durchſchnitte gewähren zwar eine allgemeine Anſicht von der Einrichtung der Apparate, allein im Detail ſind ſie nicht ganz genau. Die Heizräume e ſind zu weit angegeben; man kann die Größe derſelben jedoch bei gegebenen Dimenſionen der Pfannen leicht berechnen. Aus dieſer Darſtellung der Figuren erſieht man, daß die Flamme, welche unter der Pfanne weggeſtrichen iſt, in Kanälen um dieſelbe zirkulirt und zuletzt unter die Wärmepfanne gelangt. Alle Pfannen

haben ein gemeinſchaftliches Dach, welches die Dämpfe in den Schornſtein führt.

Der heiße Luftſtrom, welcher unter der Wärmepfanne weggezogen iſt, kann noch unter eiſernen Platten fortgeleitet werden, auf welchen man das Salz trocknet.

Die folgenden Tafeln zeigen die Details, welche auf dieſer Tafel noch fehlen. Es ſcheint, daß bei der hier nur allgemein angedeuteten Einrichtung am meiſten Brennſtoff geſpart werden kann.

Noch wurden einige Geräthſchaften und Werkzeuge abgebildet, welche in den Salinen gebraucht werden. Die Schaufel dient zum Abnehmen des Schaumes und der Salzkruſte, die ſich während des Siedens auf der Oberfläche der Flüſſigkeit bilden. Mit der Soggekrücke wird das auf dem Boden liegende Salz zuſammengehäuft. Man zieht es dann mit der zweiten Krücke heraus und bringt es auf den Tropfkaſten. Dieſe Krücke iſt durchlöchert, damit die Salzlauge ſchneller abfließen kann. Hängt das Salz zu feſt am Boden der Pfannen, ſo wendet man das Kratzeiſen an.

Um das Salz von dem Tropfkaſten, der dicht an der Pfanne ſich befindet auf entferntere Käſten zu bringen, nimmt man die trogförmige Schaufel von Eiſenblech. Zuletzt wird es von da in Körben nach dem Magazin getragen.

Auf dieſer Tafel befindet ſich auch die in Deutſchland übliche Salzſpindel. Es iſt dieß ein kupferner Kegel, der an ſeiner Spitze belaſtet und mit Graden verſehen iſt, die man nach Miſchungen beſtimmt, welche aus Salz und reinem Waſſer in verſchiedenen Verhältnißen bereitet werden. Der Stand der Spindel im reinen Waſſer wird mit Null und der in geſättigter Salzauflöſung mit dem höchſten Grad bezeichnet. Die zwiſchenliegenden Grade werden nach Miſchungen in bekannten Verhältniſſen beſtimmt. Die Grade bezeichnen die Prozente Salz, welche in der Auflöſung enthalten ſind. Gewöhnlich hat man zweierlei Spindeln, die eine für heiße, und die andere für kalte Salzſoolen.

Drei und zwanzigſte Tafel.

Pfannen der Saline Hall in Tyrol nach Marcel de Serres. Der Maaßſtab iſt für Fig. 1 u. 2, die übrigen ſind auf die Hälfte reduzirt. Fig. 6. Grundriß nach der Linie A B. Fig. 5. Grundriß nach der Linie C D. Fig. 7. Grundriß nach der Linie E F. Fig. 4. Grundriß nach der Linie G H. Fig. 3. Aufriß der Gebäude auf der Schornſteinſeite. Fig. 1. Durchſchnitt des Gebäudes nach der Queere. Fig. 2. Durchſchnitt des Gebäudes nach der Länge.

a Kammer, die ſich unter dem Heitzraum befindet. b Kanal, welcher dem Heitzraum Luft zuführt. f Aſchenfall. h Stütze aus Stein,

woraus der Roſt ruht. g Roſt. y Kanäle, welche den Rauch unter die Wärmepfannen und dann unter die Trockenkäſten des erſten Stocks führen. Von da geht derſelbe durch punktirte Rohre unter die Trockenkäſten k. In dem Aufriß ſind die Rohre punktirt zu ſehen, welche den Rauch endlich in den Schornſtein r leiten.

Die Pfanne n, in welcher man ſogget, wird nur allein geheizt, und zwar mit Steinkohlen. Sie iſt mit einem Bretterdach q bedeckt, welches durch die Schieber t t geſchloſſen werden kann. Man öffnet dieſe um das Salz herauszuhohlen, welches man zwiſchen beide zum Abtropfen bringt. Von da wird es auf die geneigte Ebene u geſchafft, wo es gänzlich abtropft, bevor es in die Trockenkäſten kommt.

Anfangs wird die Soole durch den Rauch in den Pfannen o erwärmt, welche von der vorigen durch eine Wand 6 getrennt ſind; ſie fließt durch die Hähne p. Der Abzug des Rauches in s s iſt durch Pfeile angedeutet. Nachdem der heiße Rauch durch die Scheidewand gegangen, gelangt er unter die Platte der obern Trockenräume; er ſteigt dann wiederum durch die Kanäle l herab und geht nach 8, 8 unter die Platten der untern Trockenkäſten, von wo aus er endlich nach dem gemeinſchaftlichen Schornſtein geht.

Die Soole gelangt aus den beiden Wärmepfannen o in die Soggepfanne n und die Mutterlauge läßt man in den Behälter e laufen, von wo man ſie wieder durch die Pumpe 1, 2 herausſchafft.

Von der geneigten Ebene x bringt man das Salz auf die folgende Fläche u und von hier wird es dann auf die erſten Trockenkäſten geſchafft. Durch Holztrichter m m läßt man von da das Salz auf die untern Trockenkäſten k fallen; die Richtung in welcher das Salz hinabfällt, iſt durch die punktirte Linie in Fig. 1. angegeben.

Die in g erzeugte heiße Luft ſtreicht unter der Pfanne n weg, geht dann, ſich theilend, unter die beiden Pfannen o, zirkulirt unter dieſen und gelangt von da unter die obern Trockenkäſten und endlich unter die untern; nachdem ſie dieſen langen Weg zurückgelegt hat, geht ſie zuletzt in den Schornſtein, wo ſie mit den Dämpfen zuſammenkommt, welche vom Dache q dahin geführt werden.

Das Soggen geht vermöge der niedrigen Temperatur, welche die Soole in den Pfannen o annimmt, ſchlecht; ſie kann darin nicht ſieden und deshalb iſt die Verdampfung viel zu langſam.

In dieſer doppelten Beziehung iſt die auf der folgenden Tafel angegebene Einrichtung viel zweckmäßiger.

Vier und zwanzigſte Tafel.

Pfannen der Salinen von Roſenheim in Bayern nach Marcel de Serres.

Fig. 1. Grundriß des Gebäudes zu ebener Erde. a Kammern, welche ſich unter den Pfannen befinden. b Aſchenfall der Soggepfanne. c Zugkanal, der die Luft unter den Aſchenfall der Störpfanne führt. d Aſchenfall der Störpfanne.

— 2. Grundriß in der Höhe der Heitzräume. e Roſt der Störpfanne. f Roſt der Soggepfanne. g geneigte Fläche der Feuerheerde. h Mauern, welche die Soggepfanne unterſtützen und welche die Flamme um dieſe zu zirkuliren nöthigen. i Pfeiler von Gußeiſen oder Schlacken, worauf die Pfannen ruhen. kk Mauern, welche die Feuerheerde umgeben und zwiſchen welchen man einen leeren Raum läßt, um die Abkühlung zu verhindern. l Verbindungsgang, der auch als Magazin gebraucht wird. m großes Magazin. nn Thüren der Feuerheerde. oo Quergänge, welche zur Kommunikation dienen.

— 3. Grundriß in der Höhe der Pfannen oder im erſten Stock des Gebäudes. p Störpfanne. q Soggepfanne. y ſchiefe Fläche, auf welche das Salz geworfen wird, was aus der Pfanne kommt. rr Tropfkaſten, in welchen das Salz kommt, damit die anhängende Mutterlauge abtropfen kann. ss Rauchkanäle, welche den Trockenkaſten heitzen. uuu kleine Rinne, welche die Soole, die von dem im Trockenkaſten befindlichen Salze abläuft, wieder in die Pfannen zurückleitet. z Durchgang, der zum Trockenkaſten führt. v Schornſtein der Pfanne p. In x iſt der Wendepunkt der Flamme, welche über die Soole hinſtreicht.

— 4. Durchſchnitt des Gebäudes in der Mitte, der Länge nach genommen. Die Buchſtaben bezeichnen das Nämliche, wie in den vorhergehenden Figuren. 1, Leerer Raum zwiſchen dem Schornſtein und der Soggepfanne. 3, die über dieſer Pfanne befindliche Decke. 5, Öffnung, durch welche der unter den Trockenkäſten hervorkommende Rauch in den Schornſtein abzieht. 6, 6, Schieber, welche man öffnet, um das Salz heraus zu nehmen, nachdem es etwas abgetropft iſt. 7, Zugänge zum Aſchenfall beider Pfannen. 2, Schornſtein der Störpfanne. 4, gemeinſchaftlicher Schornſtein. 8, Gebälke, welches die Hacken 9, hält, an welchen das über der Störpfanne befindliche Dach befeſtigt iſt. Dieſes iſt aus zuſammengenieteten Blechtafeln konſtruirt.

— 5. Querdurchſchnitt des Gebäudes und der Soggepfanne. 11, Thüren, welche beide Pfannen mit einander in Verbindung ſetzen. 12, Kanäle, welche den Rauch unter die Platten des Trockenkaſtens leiten.

In dieſer Saline iſt p die Störpfanne; die zum Soggen fertige Soole läuft in die Pfanne q. Das in der Soggepfanne niederfallende Salz

wird auf die geneigte Fläche y herausgezogen; von hier ſchafft man es höher nach r hinauf und zuletzt nach dem Trockenkaſten. Das Wärmen, Stören und Soggen der Soole wird immer gleichzeitig vorgenommen.

Auf dieſer Tafel ſind die Grundriſſe nach einem halb ſo großen Maasſtab als die Durchſchnitte gezeichnet. Fig. 3. iſt 12 Toiſen breit.

Fünf und zwanzigſte Tafel.

Fig. 5 u. 6. Gypsofen. (S. S. 530.)

— 1, 2, 3 u. 4. Pottaſchenofen. Um die Pottaſche zu kalziniren, baut man den Ofen ſehr zweckmäßig, wie folgt:

An dem dazu beſtimmten Platze legt man einen, einige Dezimeter tiefen Grund, der auf der Vorderſeite 37 Dezimeter lang und 26 breit iſt; a b c d Fig. 4. Man führt nun von der Bodenfläche eine 2 Dezimeter hohe maſſive Ebene von Stein auf. Die vier Seiten derſelben werden aus behauenen Steinen konſtruirt.

In dieſer Höhe fangen auf der Vorderſeite und in einem Abſtand von 7 Dezimeter an beiden Ecken die Öffnungen des Aſchenfalls an (Fig. 1). Dieſer Aſchenfall muß aus Backſteinen gemauert werden; ſie werden 4 Dezimeter hoch, und bei einer Tiefe von 23 Dezimeter erhalten ſie a a Fig. 2. eine Neigung von 4 Dezimetern. Die beiden Seiten werden allmählig einander ſo genähert, daß ſie hinten nur 2 Dezimeter weit von einander entfernt ſtehen.

Iſt das Gemäuer nun 6 Dezimeter hoch, ſo mauert man wieder 4 Decimeter höher, verſieht die Öffnung des Aſchenfalls oberhalb mit einer eben ſo dicken und nur 1 Meter langen Wand; es entſteht dadurch für den Aſchenfall eine 13 Dezimeter lange Öffnung a b Fig. 1 u. 2. Der leere Raum wird durch eine 6 Centimeter dicke Eiſenſtange c in zwei Hälften getheilt. In ſenkrechter Richtung von jeder innern Seite des Aſchenfalls wird eine Scheidewand d d (Fig. 3 u. 4.) zwei Dezimeter hoch und 1 Dezimeter breit aufgeführt und zwar von Backſteinen, die man der Breite nach auf die hohe Kante ſtellt. Beide Scheidewände ſchließen den innern Raum des Ofens ein. Man erhöht den innern Heerd 1 Dezimeter, nämlich um einen Backſtein, ſo daß die Scheidewand ſich nur noch einen Dezimeter über denſelben erhebt; der Ofenheerd bildet dann ein Parallelogram von 2 Meter Länge und 13 Dezimeter Breite; er nimmt ſeinen Anfang beim Aſchenheerd, oder bei 3 Dezimeter der vorderen Ofenſeite; die vier Winkel werden in d Fig. 3. abgerundet. Von den innern Seitenwänden des Aſchenfalls aufwärts ſprengt man ein Bogengewölbe e e Fig. 5, welches den innern Ofenraum in einer Höhe von 3 Dezimeter bedeckt. Der Raum, welcher zu beiden Seiten durch das Gewölbe und die Seitenwände

des innern Ofenraums eingeſchloſſen wird, ſind die Feuerheerde d e. Der Boden dieſer Heerde, welche ſo wie der innere Ofenraum 2 Meter lang ſind, iſt von Backſteinen oder gewöhnlichen Mauerſteinen a b Fig. 4.; die Länge desſelben beträgt 1 Meter, wenn die Länge des Eingangs dazu gerechnet wird. Die übrigen 13 Dezimeter ſind leer und der Queere nach mit einer als Roſt dienenden Eiſenſtange verſehen.

Zur Vollendung des Ofens müſſen noch die vier 9 Dezimeter hohen Seiten aufgeführt werden; in der Vorderſeite bringt man drei Thüren b b c (Fig. 1.) an, von denen zwei den Boden der Heitzräume zur Schwelle haben und die dritte befindet ſich in der Mitte vor dem innern Ofenraum.

Die Heerdthürchen b b ſind auf beiden Seiten 3 Dezimeter groß und die Thür vor dem Ofenraum c iſt 5 Dezimeter breit und 2 Dezimeter hoch. Dieſer Eingang zum Ofenraum iſt auf der Vorderſeite rückwärts und auf den Seiten mit zwei Eiſenbändern g g Fig. 4. verſehen, die 2 Centimeter dick und 8 Centimeter breit ſind. Dieſe Eiſenſtäbe werden an beiden Enden eingemauert. Der obere Theil der fünf Mündungen des Ofens wird durch ein Gewölbe von Backſteinen gebildet, und die darauf liegende Decke iſt ein Gemenge von Schutt und Thon, welches durch einen Überwurf von Thon und Sand geebnet wird, bis zur Höhe der vier Seitenmauern.

Wird der Ofen geheitzt, ſo erlangt er ſchon nach 4 Stunden die nöthige Temperatur und man kann nun die rohe Pottaſche hineinwerfen; in den gewöhnlichen Öfen kann die Kalzination erſt 12 — 15 Stunden nachdem das Feuer angezündet worden, beginnen.

Man erhält in dieſem Ofen regelmäßig 600 Kilogramme Pottaſche mit 1 Stère Holz. Die Hitze des Ofens ſteigt nach 2—3 Tagen ſo bedeutend, daß man abwechſelnd nur den einen Heerd ſchüren darf, indem man einen Büſchel Holz erſt dann auf die eine Seite bringen darf, wenn auf der andern das brennende Holz aufhört mit Flamme zu brennen.

Jede Kalzination dauert, wenn der Ofen recht ausgeheitzt iſt, 2 ¹/₄ Stunden, das Eintragen und Herausnehmen mit inbegriffen, und giebt 160 Kilogramme Pottaſche.

Fig. 7 u. 8. Apparat zur Bereitung des doppeltkohlenſauren Natrons nach Berzelius. (S. 345.)

Sechs und zwanzigſte Tafel.

Fig. 1, 2 u. 3. Apparat zur Bereitung des trocknen Chlorkalks.
— 4, 5, 6 u. 7. Apparat zur Bereitung des flüſſigen Chlorkalks.

Sieben und zwanzigſte Tafel.

Kalköfen. Fig. 1. gewöhnlicher Kalkofen.

Fig. 2 u. 3. Kalkofen, in welchem mit Torf gebrannt wird.

— 4. Rumford'ſcher Kalkofen, in welchem ununterbrochen gebrannt werden kann.

— 5, 6 u. 7. Kalkofen zu Rüdersdorf bei Berlin, in welchem gleichfalls beſtändig gebrannt wird; man wendet dort Holz und und Torf an.

— 8 u. 9. Belgiſcher Kalkofen, in welchem mit Steinkohlen gefeuert wird.

— 10 u. 11. Kalkofen zu Lille mit Steinkohlenfeuerung.

— 12. Ein Sodaofen im Längenprofil; a die Roſtſtäbe, b die Roſtbalken, c Aſchenfall, d Zugöffnung, e Heizthür, f Feuerbrücke, g Thür zum Einſetzen der Materialien, h Heerd, i eiſerne Platte auf der das Gewölbe ruht, k Fuchs, l Schornſtein, m Schieber zum Reguliren des Zuges; er läuft in einer ſteinernen oder eiſernen Zarge, n Thür zum Umrühren der Soda, o Rolle, worauf die zum Umrühren der ſchmelzenden Stoffe erforderliche Krücke aufgelegt wird, p Platten zum Zuſammenhalten des Mauerwerks, q Anker durch dieſelben, von außen gegen die Platten p verſplintet.

Die drei angegebenen Maasſtäbe gehören zu den Kalköfen.

Acht und zwanzigſte Tafel.

Tafelglasofen mit Steinkohlenfeuerung nach Dartigues.

Fig. 1. Aufriß. Fig. 2. Grundriß in der Höhe des Roſtes. Fig. 3. Durchſchnitt in AB. Fig. 4. Grundriß nach der Linie A B Fig. 3. Fig. 5. Durchſchnitt in DE. Fig. 6. Durchſchnitt in GH. Fig. 7. Durchſchnitt nach der Linie F. Fig. 8. Aufriß des ganzen Ofens, an welchem die Arbeitslöcher von außen zu ſehen ſind.

Dieſer Ofen iſt auf 8 Häfen eingerichtet. Man kann darin in 24 Stunden 30—35 Zentner Glasmaſſe ſchmelzen und verarbeiten, und braucht dazu 36 Zentner Steinkohle. Dieſe darf nicht zu ſtark zuſammenbacken und im Feuer nicht dekrepitiren.

Fig. 3. zeigt die Haupteinrichtung dieſes Ofens. C Roſt des Heerdes. EE Heizthüren. D Aſchenfall. II Glashäfen. Gewölbe, welche ſich unter dem Vorofen befinden. NN Kanäle, durch welche der Rauch in den Vorofen geht. Dieſe Kanäle ſind beſſer in Fig. 4 PP zu ſehen, wo zugleich die Einrichtung der vier Voröfen und ihrer Mündungen ssss dargeſtellt iſt, aus welchen der Rauch abzieht.

Neun und zwanzigſte Tafel.

Fig. 1, 2 und 3. Tafelglasofen mit Holzfeuerung nach Dartigues.

Fig. 1. Aufriß des Ofens; Fig. 2. Grundriß in der Höhe der Häfen Fig. 3. Durchſchnitt durch einen der Häfen; dieſe ſind oval, wodurch Raum im Ofen gewonnen wird. Vor jedem Arbeitsloch befindet ſich ein Geſtell, worauf die Arbeiter ſtehen. Zur Rechten des Meiſtergeſellen befindet ſich ein Trog mit Waſſer und eine eiſerne Gabel. Der Glasbläſer legt ſeine Pfeife auf dieſe Gabel und kühlt ſie durch das Waſſer ab, ſobald es erforderlich iſt. Auf dem Boden oder unterhalb des Waſſerkaſtens ſteht ein Block von Eichenholz, in welchem mehrere halbbirnförmige Löcher ausgehöhlt ſind.

Zur Fabrikation von 100 Pfd. Glas ſind 200 Pfd. Holz erforderlich, ſo wie es aus dem Walde kommt. Man macht in einem Monat 30—34 Schmelzungen.

Fig. 4. Glashafen nach einem größern Maasſtabe.

— 5. Formblock desgleichen.

— 6, 7, 8, 9, 10 u. 11. Glasſtreckofen.

— 10. iſt der Grundriß des Ofens in der Ebene des Schürloches. Fig. 11 zeigt den Grundriß des Streck- und Kühlofens in der Ebene der Ofenſohle. Fig. 8. Durchſchnitt in CD. Fig. 9. Ein Durchſchnitt in AB. Fig. 7. Ein Aufriß nach der Seite der Zugröhrenmündung. Fig. 6. ein anderer Aufriß von der Seite der Thür des Kühlofens. Um das Feuer zu ſchüren, wirft man das Holz in beide Öffnungen des Schürlochs. Will man ſtrecken, ſo läßt man nur eine kleine Öffnung an der Seite des Streckofens, in welche man von Zeit zu Zeit ein Scheit Holz hineinſteckt. Die Flamme verbreitet ſich vom Schürloch in die beiden Öfen durch die beiden Öffnungen eeeeee.

— 11. Dieſe Figur ſtellt in EE das Zugrohr dar, durch welche die Glaszylinder hineingeſchoben werden. In F iſt das Lagerblatt, auf welchen man ſtreckt. Dieſe Arbeit geſchieht dnrch eine Thür c Fig. 8; man ſchiebt die Glastafeln in den Kühlofen, in welchen ſie durch die Thüre L gerade gerichtet werden, in dem man ſie auf die in I befindlichen Eiſenſtäbe bringt.

— 12. Pfeife zum Glasblaſen.

— A B C D E F G H I L M, Formen einer geblaſenen Glastafel, welche ſie nach und nach bei ihrer Verfertigung erhält.

Dreißigſte Tafel.

Fig. 1 u. 2. Ofen zu Mondglas. S. Tafel 32.

— 3. Tafelglasofen nach Dartigues. Aufriß des Arbeitsofens.

Fig. 4. Grundriß deſſelben Ofens in der Ebene, in welcher die Häfen ſtehen. Der Hauptſache nach iſt dieſer Ofen den vorigen ähnlich.
— 5. Durchſchnitt nach AB des Streckofens.
— 6. Grundriß deſſelben in der Fläche des Streckplatzes. EE Kanal, um die Zylinder hineinzuſchieben. F Platte des Streckofens. I Platz des Streckers. H Öffnung, durch welche die Glastafeln in den Kühlofen nach G gebracht werden. CC, Thür, durch welche man die Glastafeln von F nach G ſchiebt. L, Eiſenſtäbe, auf welchen das zu kühlende Glas ruht.

A B C D E F G H I J Formen des Tafelglaſes.

Hinſichtlich der Formen des Mondglaſes ſ. Tafel 32.

Ein und dreißigſte Tafel.

Glasofen zu Gußſpiegeln. Fig. 1. Aufriß des Ofens von der Seite der Arbeitslöcher.

Fig. 2. Aufriß des Tiegellochs.
— 3. Durchſchnitt nach der Linie AB.
— 4. Grundriß nach der Horizontalfläche des Feuerheerdes.
— 5. Grundriß nach der Horizontalfläche der Voröfen.
— 6. Durchſchnitt nach der Linie CD.
— 7. Detailzeichnung des Verſchluſſes des Tiegellochs.
— 8 u. 9. Stücke, welche die Arbeitslöcher verſchließen.

Fig. 5 zeigt die Haupteinrichtung dieſes Ofens. A iſt der Feuerheerd, den man mit Holz durch die im Vorofen angebrachten Löcher (Fig. 7) verſieht. C iſt die Bank, worauf die Häfen geſtellt werden. B ſchiefe Fläche, welche die Bank mit dem Heerd verbindet. DD Schmelzhäfen. EE Gießhäfen, in welchen die Glasmaſſe zum Gießen fertig wird. FFF Arbeitslöcher. LL Voröfen, in welchen die Schmelz- und Gießhäfen gebrannt werden. PP Schmelzhäfen. SS Gießhäfen, welche gebrannt werden. HH Kanäle, durch welche die Flamme in die Voröfen dringt. In den leeren Voröfen wird die Glasmaſſe gefrittet.

Die Öffnung A (Fig. 2) oder das Tiegelloch dient zum Einſetzen der Häfen. Sie wird bis auf ein viereckiges Loch geſchloſſen, welches Fig. 7 zu ſehen iſt und das zugleich als Schürloch dient, um das Holz auf den Heerd zu werfen. Der Vorofen wird oben durch Backſteine und unten durch die Stücke a, b, cc, dd verſchloſſen, deren Einrichtung im Aufriß und Grundriß angedeutet iſt.

Die Arbeitslöcher werden durch Ziegel verſchloſſen (Fig. 8 u. 9), die mit kleinen Löchern verſehen ſind, um ſie durch eiſerne Gabeln beim Wegnehmen oder Vorſetzen packen zu können.

Zwei und dreißigſte Tafel.

Deutſcher Bouteillenglasofen nach Dartigues, der mit Holz gefeuert wird.

Fig. 3. Grundriß in der Horizontalebene der Bänke.
— 4. Grundriß in der Horizontalebene der Voröfen.
— 1. Durchſchnitt nach der Linie AB.
— 2. Durchſchnitt nach der Linie CD.

In der Figur 4 ſind GN die Frittöfen; MMMM dienen entweder zum Fritten, Kühlen oder Brennen der Häfen.

Mondglasofen mit Holzfeuerung nach Dartigues.

Fig. 5. Durchſchnitt nach der Linie AB.
— 6. Grundriß in der Höhe der Arbeitslöcher.

Dieſer Ofen dient zur Verfertigung der Bouteillen, des Mondglaſes, ſo wie des gewöhnlichen weißen Hohlglaſes.

Die Häfen abc und ihre Arbeitslöcher ccc ſind für gemeines Hohlglas eingerichtet.

Die Häfen def und die zwei Arbeitslöcher D, E ſind für Mondglas, nämlich D zum Anfangen und E zum Vollenden der Glasſcheibe.

Der Zwiſchenraum e iſt zur Vorbereitung der Maſſe beſtimmt. Die Figuren 1 und 2 der Tafel 30 beziehen ſich auch auf dieſen Ofen. Fig. 1 iſt ein Durchſchnitt in AB und Fig. 2 ſtellt zwei Grundriſſe dar. Im obern Theil der Figur iſt der Grundriß in der Horizontalfläche der Voröfen genommen; im untern Theil iſt der Grundriß in der Ebene von EE (Fig. 1) genommen.

A′B′C′D′E′F′G′H′I′ der Tafel 30 zeigen die Form des Mondglaſes. Die geblaſene Kugel E′ wird nach F′ abgeplattet und nach G′ abgeſchnitten und dann mit der flachen Seite an die Pfeife befeſtigt. Man vergrößert die Öffnung und breitet das Stück zur Scheibe aus. Man kann auch auf andere Weiſe verfahren, wie dies im Texte bereits angedeutet worden.

Drei und dreißigſte Tafel.

Kryſtallglasofen mit Holzfeuerung. Fig. 1. Aufriß ſeiner Länge nach. Fig. 2. Grundriſſe in der Bodenfläche und in der Horizontalebene des Schürloches. Fig. 3. Grundriß in der Horizontalebene der Bänke und 20 Centimeter über den Häfen. Fig. 4. Durchſchnitt in AB und DC der Fig. 2. Fig. 5. Durchſchnitt in EF der Fig. 3. Fig. 6. Durchſchnitt in GH der Fig. 3.

x Loch, durch welches die glühenden Kohlen in den Aſchenfall gelangen.

y Aſchenfall.

z Vertiefung von zwei Zoll am Boden des Ofens, um die Schlacken der verglaſten Aſche zurückzuhalten, welche man nach der Schmelzung durch das Loch x herauszieht.

r Thüre, durch welche man die ſich anhäufende Aſche herausräumt.

sss ꝛc. Öffnungen, durch welche man die Häfen einſetzt und wieder herauszieht, wenn ſie durch neue erſetzt werden ſollen.

c, c, d Bänke aus feuerfeſten maſſiven Backſteinen, worauf die Häfen geſtellt werden.

hhhh Häfen, wie ſolche auf den Bänken ſtehen.

u, u Löcher, durch welche die Flamme ſtreicht, um die Kammern zu heitzen, in welchen das Kryſtallglas gekühlt wird.

gg Thüren, welche zu den Kammern des Kühlofens führen.

ff Gänge, in welchen das Kryſtallglas gekühlt wird; ſie ſind mit Eiſenbänken verſehen, auf welchen man die Kryſtallglasſtücke hineinſchiebt.

dd ſehr ſtarke Eiſenſtäbe, welche die Ofenmauern zuſammenhalten.

vvv Arbeitslöcher; mehrere ſind rund und ſind für die Arbeiter beſtimmt; die ellyptiſchen gehören für den Glasbläſer. Unter den Arbeitslöchern ſind Löcher, in welchen die Bläſer ihre Pfeifen wärmen.

pp Kanal, welcher in großen Öfen der Flamme mitten im Ofen Luft zuführt. Man bringt dieſe Kanäle nur in ſolchen Öfen an, welche mehr als 8 oder 12 Häfen faſſen.

qq Fig. 5 und 6. Öffnung, durch welche man das geſpaltene und getrocknete Holz hineinſchiebt.

Die Mauer eines Kryſtallofens beſteht aus 5 Theilen.

m [1] aus gewöhnlichen Mauerſteinen oder aus Backſteinen und Luftmörtel.

m [2] aus gewöhnlichen Backſteinen, welche durch einen Mörtel verbunden werden, der aus friſchem und gebrannten Thon bereitet wird.

m [3] aus feuerfeſten Backſteinen.

m [4] Backſteine halb aus Sand und halb aus feuerfeſten Thon.

m [5] Decke aus Abfallen von Backſteinen, damit der Ofen oben die Wärme beſſer zuſammenhält.

Vier und dreißigſte Tafel.

Kryſtallglasofen mit Steinkohlenfeuerung nach Dartigues. Fig. 1. Aufriß. Fig. 2. Anſicht der Vorderſeite des Schürloches. Fig. 3. Durchſchnitt nach der Linie LL. Fig. 4. Durchſchnitt nach der Linie KK. Fig. 5. Grundriß in der Horizontalebene der Bänke.

In Fig. 5 ſieht man den Roſt C, auf welchen die Steinkohle zu liegen kommt. DD ſind die Bänke, welche mit dem Roſte durch eine Abdachung verbunden ſind. EE bedeckte Schmelzhäfen, welche in Fig. 6 genauer angegeben ſind. FF Arbeitslöcher. GG Schornſteine.

In Figur 3 ſind MM die Kühlkammern.

Fünf und dreißigſte Tafel.

Feldſpathporzellanofen. Fig. 1. Aufriß des Ofens. Fig 2. halber Durchſchnitt. Fig. 4. Grundriß in der Horizontalebene des Bodens zur Rechten, und Grundriß in der Horizontalebene des erſten

Gewölbes zur Linken. Fig. 3. Grundriß des zweiten Gewölbes rechts und Anſicht des Ofens links nach der Vogelperſpektive. Der untere Stock dient zum Hartbrennen, der folgende zum Verglühen des Porzellans. In den obern Stock ſetzt man nichts. rr Treppen, welche nach dem untern Stock führen, in welchen man durch die Thüre p eingeht; dieſe wird, nachdem der Ofen mit Geſchirr gefüllt iſt, durch Backſteine zugeſetzt. qq Thüre des zweiten Stockes, in welchem verglüht wird. cc Zuglöcher für die Flamme, die in beiden Gewölben angebracht ſind. aaaa Heitzräume. tt Backſteinmauern, welche die Flamme theilen. Fig. 9. Durchſchnitt einer Kapſel für Teller von Feldſpathporzellan. a Teller, cc Kapſel, r Unterlage für den Teller.

Fig. 10 pfeilerförmig zuſammengeſtellte Kapſeln. cc zuſammengefügte Kapſeln, welche mit einem feuerfeſten Kitt in den Fugen eee verſtrichen ſind. Die zerſprungenen Kapſeln werden mit Bindfaden ff zuſammengebunden, welche ſie während des Einſetzens zuſammenhalten. Dieſe beiden Figuren ſind auf ein Sechſtel ihrer natürlichen Größe reduzirt.

Ofen zu feinem Fayence oder Steingut. Fig. 6. Aufriß. Fig. 5. Durchſchnitt. Fig. 7. Grundriß in der Bodenfläche. Fig. 8. Grundriß in der Horizontalebene des Gewölbes und Anſicht der Feuerheerde nach dem Vogelperſpektive.

Dieſer Ofen hat nur eine einzige Etage; übrigens aber gleicht er dem vorigen.

Sechs und dreißigſte Tafel.

Steinzeugofen von Saint-Amans, Saveignies ꝛc. Fig. 1, 2, 3. Dieſer Ofen iſt ſehr einfach gebaut: das Gewölbe iſt ſelbſt aus Töpfen konſtruirt. Der Eingang hat zwei Öffnungen; die eine iſt zum Einbringen des Brennmaterials beſtimmt, welches gewöhnlich in Holzbüſcheln beſteht; die andere gehört zum Herausnehmen der Aſche. Die Steinzeuggefäße werden pfeilerförmig ohne Kapſeln der ganzen Ofenlänge nach eingeſetzt. Der Ofen iſt jedoch durch eine Wand in zwei Theile getheilt (Fig. 2). Dießeits der Wand wird das Geſchirr hart gebrannt, jenſeits dagegen verglüht. Es iſt kein Schornſtein vorhanden; der Ofen endigt ſich nur in eine Öffnung, aus welcher der Rauch fortzieht.

Engliſcher Steinzeugofen nach Saint-Amans. Fig. 4 und die folgenden.

Fig. 4. Anſicht und Durchſchnitt des Ofens und ſeines innern Raumes. Fig. 5. p Ofenthüre, iſolirt dargeſtellt; ſie iſt ſo gerade als möglich. Fig. 6. Grundriß, welcher etwas über der Bodenfläche an der Spitze der Feuerheerde aufgenommen iſt. Fig. 8. Grundriß eines Schürheerdes. Fig. 9 u. 10. Aufriß deſſelben. Fig. 11 u. 12. Queerdurchſchnitt des Schürheerdes. Fig. 7. Längendurchſchnitt des Schürheerdes.

Fig. 4. g Ofen. p, deſſen Thüre mit Eiſenſtangen verwahrt. h, i, k, Öffnungen, aus welchen die Flamme herauszieht. c, c, c, Schürlöcher. a deren Heerde. h Eingang zum Schürheerd. d Öffnung, durch welche man in den Ofen blicken und die Temperatur deſſelben beurtheilen kann. e Senkrechter Schornſtein des Feuerheerdes. f horizontaler Schornſtein, welcher einen Theil der Flamme nach dem Mittelpunkt des Ofens führt. b, b Bögen, welche den Ofen ſtützen, wenn die Feuerheerde ausgebeſſert werden.

— 6. ſtellt die horizontalen Schornſteine dar, welche ſich verengen und zuletzt in ein einziges Zugloch u vereinigen, welches in der Decke des Ofens angebracht iſt.

Sieben und dreißigſte Tafel.

Fig. 2. Grundriß. Fig. 1. Längendurchſchnitt des Ofens, der zum Brennen des gemalten Porzellans beſtimmt iſt und bis zum Jahre 1802 in der königlichen Porzellanmanufactur zu Sèvres angewendet wurde. Er eignet ſich zu Feldſpath- und Frittenporzellan.

A A′ Erſte Kammer, in welche man die mit Porzellan gefüllten Kapſeln ſetzt, um ſie anzuwärmen.

B B′ Zweite Kammer, welche durch den Heerd F geheizt wird; man ſchiebt die Kapſeln hinein, wenn ſie eine Zeit lang in der Kammer A geſtanden ſind.

C Dritte Kammer, wohin wechſelsweiſe die Kapſeln aus B und B′ geſchoben werden.

D Vierte Kammer, wohin die Kapſeln ebenfalls abwechſelnd von B und B′ geſchoben werden.

Sämmtliche Kammern werden durch den Feuerheerd F geheizt.

E Kammer, welche von den übrigen durch den Schieber T 2 getrennt und mit Nro. 4 bezeichnet iſt; man ſchiebt die Kapſel, welche in D war, hinein; ſie wird durch den Feuerheerd F beſonders geheizt.

G Mittlere Kammer oder Scharffeuer, auch Hölle genannt. Die Kapſel und das darin befindliche Porzellan bleiben ſo lange darin, als es erforderlich iſt.

Man beurtheilt den nöthigen Hitzgrad ſowohl hinſichtlich der Kapſel Nro. 4, als auch der in der Kammer G befindlichen nach dem Grad des Roth- oder Weißglühens der Stücke; es läßt ſich dieß durch die Öffnungen V und V′ ſehen, welche mit einem viereckigen auf der linken Seite der Kapſel befindlichen Loche korreſpondiren.

Die Hölle wird durch den Hauptheerd F′ geheizt und iſt durch die Schieber T 3 u. T 4 von Nro. 4 oder der Kammer H abgeſondert.

Sobald man das Feuer für ſtark genug erachtet, ſo zieht man die Kapſel in die Kammer H, die durch den Heerd F″ ſchwach geheizt wor-

den; dadurch kann ſie allmählig abkühlen, ſo daß ſie nach einiger Zeit ohne Gefahr aus dem Ofen genommen werden kann.

T 1 T 2 etc. Schieber von gebranntem Thon mit Eiſen beſchlagen, welche man aufzieht oder herabläßt mittelſt eiſernen Hebeln, die an der Decke der Ofenhalle befeſtigt ſind.

f f′ kleine Heerde, mittelſt welcher man eine niedrige Temperatur in den vordern Kammern B C D und in den hintern I K L unterhält; die Kapſeln ſind länglich viereckig aus gebranntem Thon; ſie können 18—20 Teller von Frittenporzellan und 50—60 Teller von Feldſpathporzellan aufnehmen; ſie ſtehen auf eiſernen Schlitten, deren Deichſeln am Ende aufwärts gebogen ſind.

Man ſchiebt die Kapſel in der Richtung der Schlittendeichſel mit einem Hebeeiſen oder einem langen Eiſenſtab von A nach B durch die Öffnung T′; hierauf von B nach C und nach D, allein ſeitwärts mit kleineren Eiſenſtäben, welche man durch die Öffnungen u u einſchiebt; hierauf von D nach E und G durch die Öffnung P, die gleichfalls durch einen Schieber mittelſt eines kürzern oder längern Hackens geſchloſſen wird.

Sobald man das ſtärkſte Feuer gegeben hat, ſo zieht man die Kapſel mittelſt Hacken aus G zurück und läßt ſie ſo allmählig durch die Kammern H I K L M wieder den Rückweg machen.

Die fünf Feuerheerde f f′ und F F′ F″ produziren die Hitze, welche mittelſt der Rohre O, die ſich anfangs in die Kammern und nachher in die Decke des Ofens ausmünden, auf die erforderliche Weiſe allenthalben verbreitet.

t 2 t 3 t 4 t 5 ſind Falze, in welchen die Schieber hin und her gleiten, durch welche die Kammern E G und H verſchloſſen werden.

Pyrometer von Brongniart. Fig. 3. Grundriß. Fig. 5. Durchſchnitt der Pyrometerſtange.

Dieſer Apparat beſteht aus einem Träger von verglühtem Porzellan, welcher einen halb zylindriſchen Falz hat, in welchem ein Silberzylinder a b gelegt wird. An dieſen ſtößt unmittelbar ein anderer Zylinder a d von verglühtem Porzellan. Dieſes Stück ſtützt ſich auf ein anderes von Kupfer, welches die Bewegung durch einen gezähnten Bogen fortpflanzt, der in die Baſis des Zeigers x eingreift. In dem Maaße als die Silberſtange ſich ausdehnt, drückt ſie den Porzellanzylinder zurück, der nun die Zwiſchenſtücke und endlich den Zeiger x in Bewegung ſetzt. Die Bewegungen dieſes letztern ſind an dem Gradbogen c ſehr deutlich ſichtbar. Eine kleine Feder r erleichtert das Zurückgehen der Nadel, wenn eine Erkältung eintritt, ohne daß übrigens dadurch der Gang des Zeigers bei ſteigender Temperatur gehindert würde.

Man gebraucht dieſes Pyrometer, indem man zwei Drittel des Porzellanträgers in die Muffel ſteckt und das graduirte Stück außen läßt.

Dieſes Inſtrument zeigt jedoch die Temperatur nicht genau an, ſondern iſt nur als Pyroſcop nützlich.

Fig. 4. Ofen zum Einbrennen der Vergoldung auf Gläſer von Baſtenaire Daudenart. Die Glasvergoldung kann ohne Zweifel auch in gewöhnlichen Muffeln eingebrannt werden. Baſtenaire, der dieſe Kunſt ausübte, bediente ſich eines Ofens, wie ihn dieſe Figur darſtellt. b Muffel von Eiſenblech. c, d deren Deckel. Im Durchſchnitt ſieht man die Muffel auf Eiſenſtangen ruhend und mit brennenden Kohlen umgeben. eee ſind die Öffnungen, welche die zum Brennen nöthige Luft zuführen. a ſind kleine Proben, welche an einem Stabe befeſtigt ſind und durch die Seite der Muffel eingebracht werden. Sie dienen zur Regulirung des Feuers. Die Gläſer werden auf Blechplatten geſtellt, welche man gewöhnlich mit Thon beſchlägt.

Es läßt ſich denken, daß oben im Ofen das Feuer viel ſtärker als unten ſeyn muß, und man kann dieſen nachtheiligen Umſtand auch kaum vermeiden. Wir glauben deshalb, daß dieſes Einbrennen weit ſicherer in einem gewöhnlichen Muffelofen (Tafel 38) geſchehen kann.

Acht und dreißigſte Tafel.

Muffelofen zum Einbrennen der Malerei auf Porzellan. Fig. 5. Aufriß und Queerdurchſchnitt des Ofens und der darin befindlichen gußeiſernen Muffel. Fig. 6. Längendurchſchnitt des Ofens ohne Muffel. Fig. 7. Grundriß des Ofens in der Horizontalebene des Gewölbes über dem Heitzraume, worauf die Muffel ruht. Fig. 8 u. 9. Die Muffel beſonders dargeſtellt; ſie iſt aus gebranntem Thon. u Thüre des Aſchenfalls. c Aſchenfall. p Thür des Heitzraumes. f Feuerheerd. yyy etc. Bogen des Gewölbes, worauf die Muffel ruht. ccc etc. Zuglöcher, durch welche die heiße Luft abzieht.

m Muffel; n deren oberes Rohr; rr Röhren der Thür, welche die Muffel ſchließt. In kleinen Muffeln wird nur eine einzige angebracht. p Muffelthür.

Muffelofen zum Einbrennen der Malerei auf Glas. Fig. 1. Durchſchnitt und Aufriß des Ofens mit ſeiner Muffel. Fig. 3. Längendurchſchnitt. Fig. 2 u. 4. Die Muffel von gebranntem Thon.

Dieſelben Buchſtaben bezeichnen die nämlichen Gegenſtände wie in dem vorigen Ofen; es ſind hier nur noch die Stützen i, i, i zu ſehen, welche in der Muffel die Eiſenſtangen halten, die in Röhren von verglühtem Porzellan geſteckt ſind. Dieſe Stangen unterſtützen die Platten von verglühtem Porzellan, worauf man die gemalten Glasplatten ſetzt, welche eingebrannt werden ſollen.

Fig. 1.

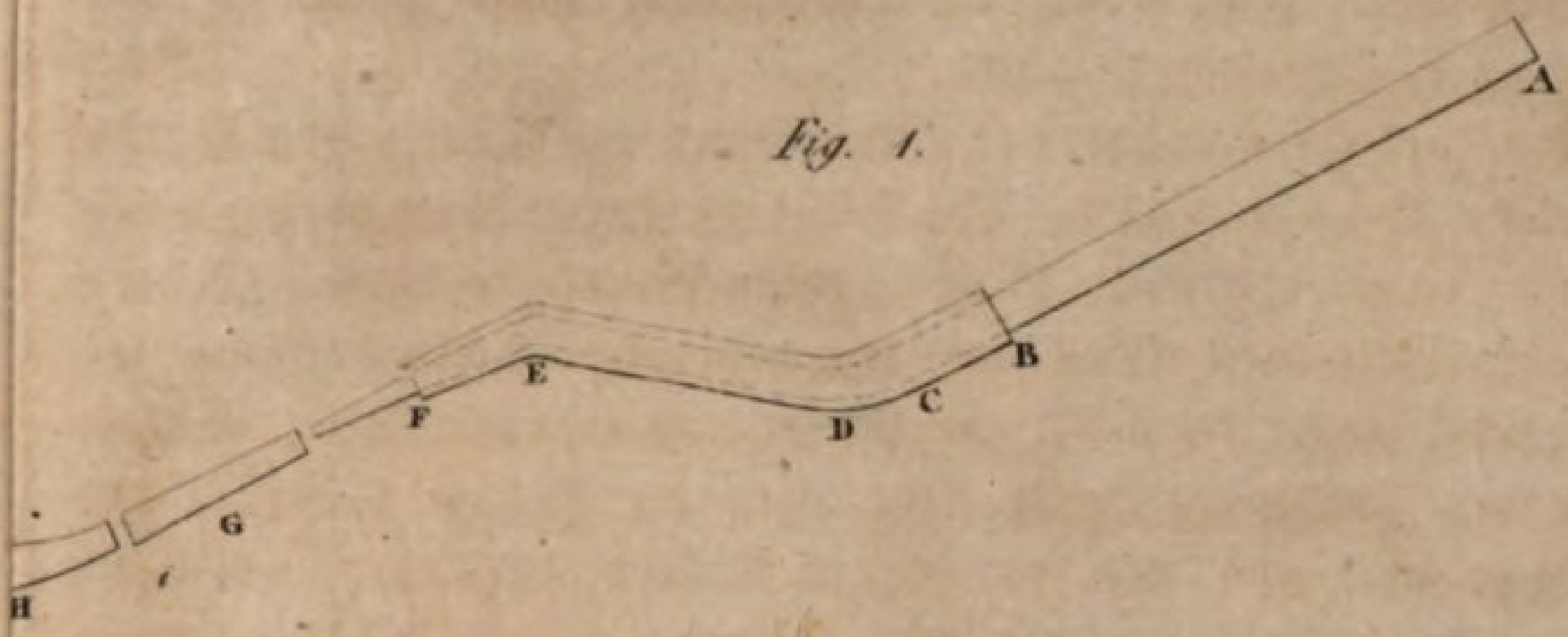


Fig. 2.

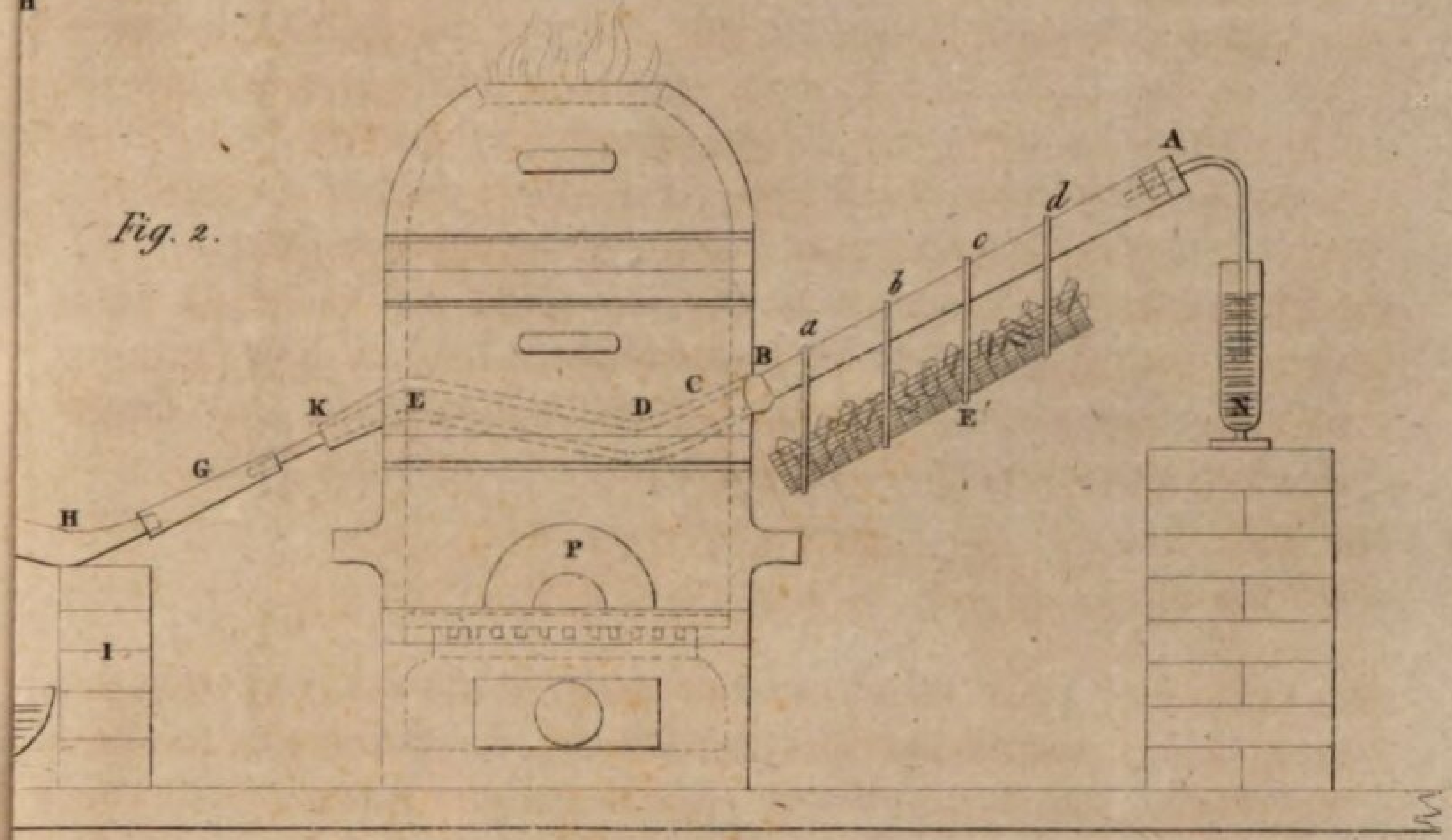
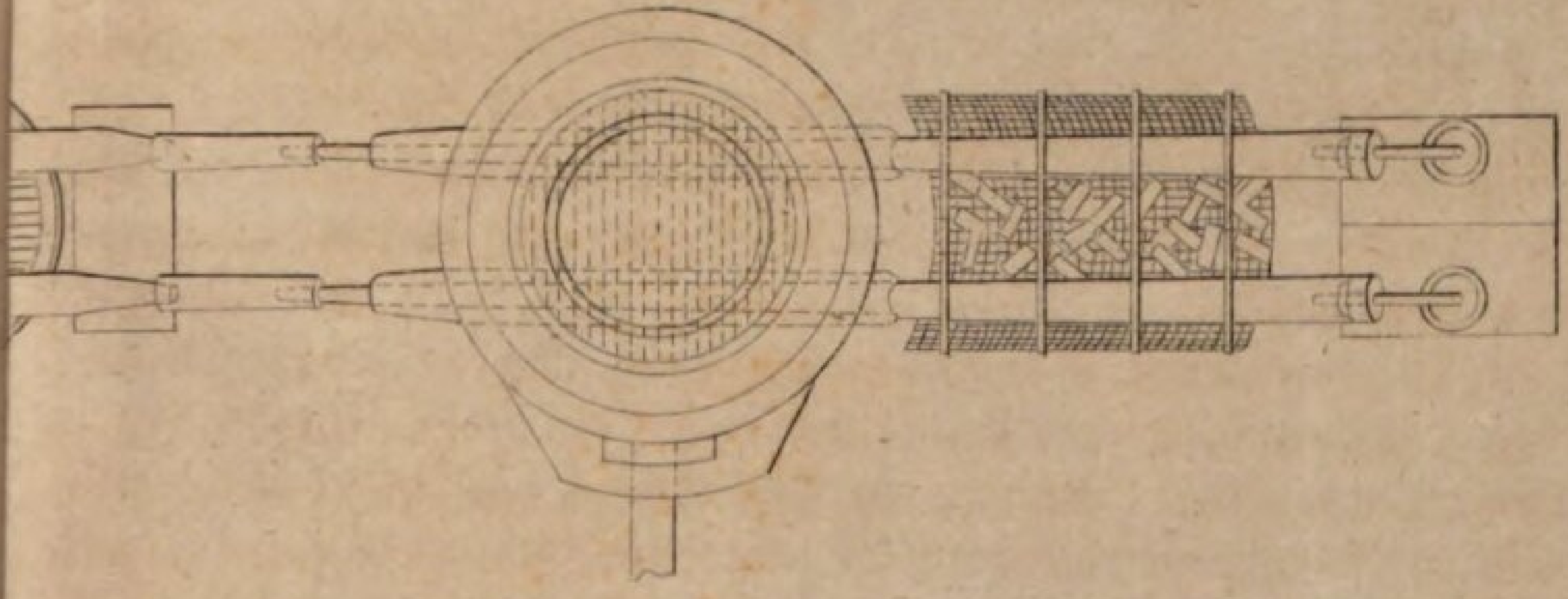


Fig. 3.



1 Mètre.

S.

Krystallisirkästen.

Fig. 8.

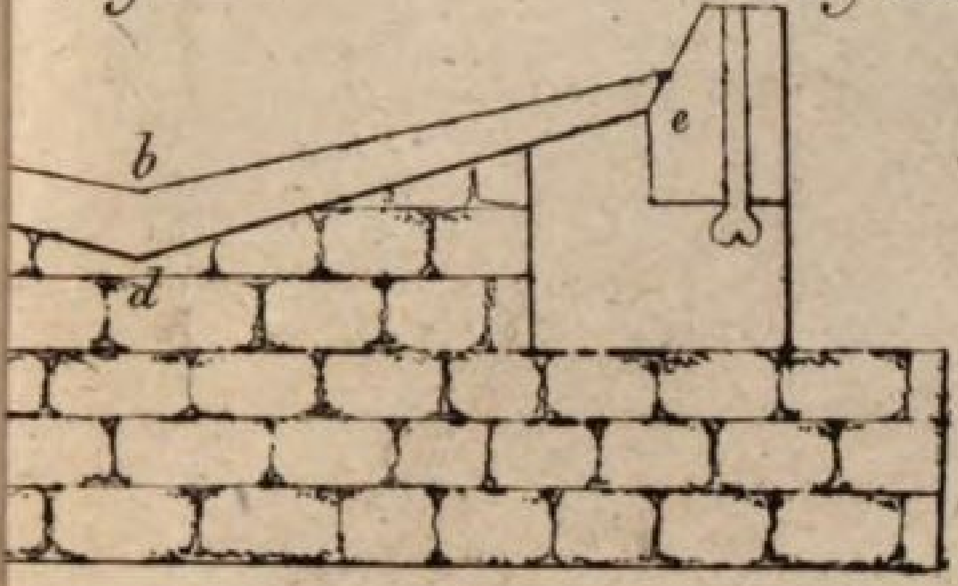


Fig. 7.

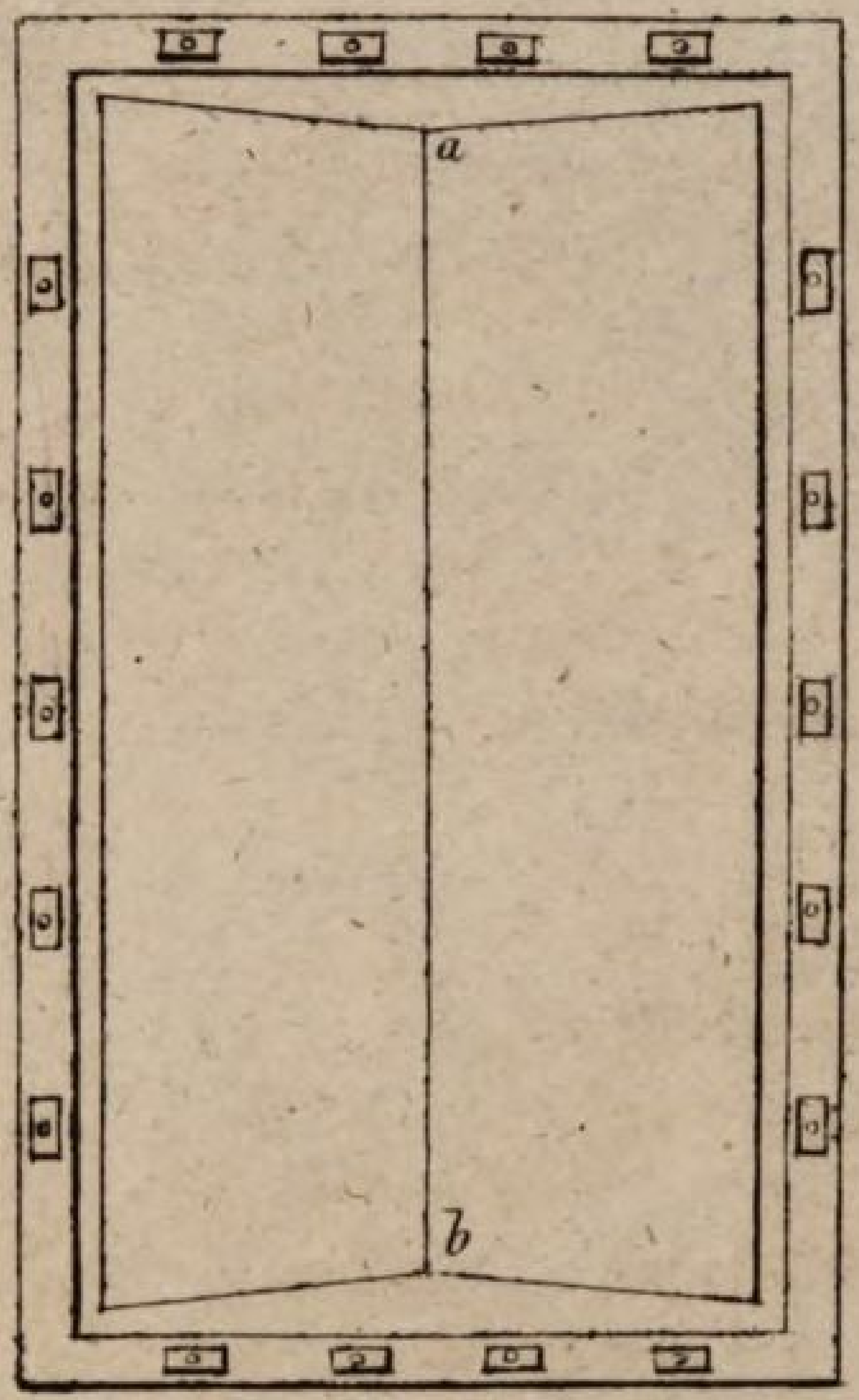


Fig. 11.

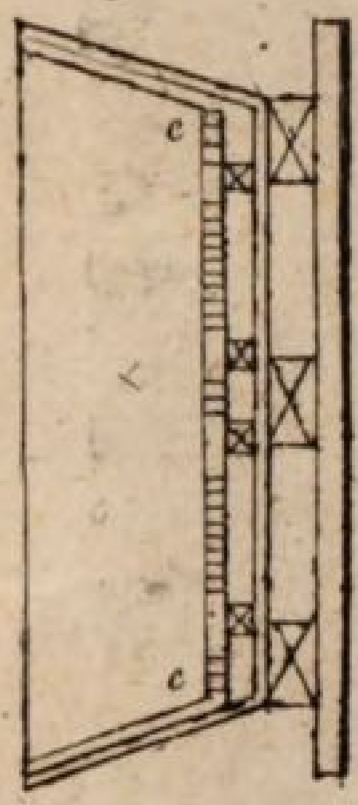
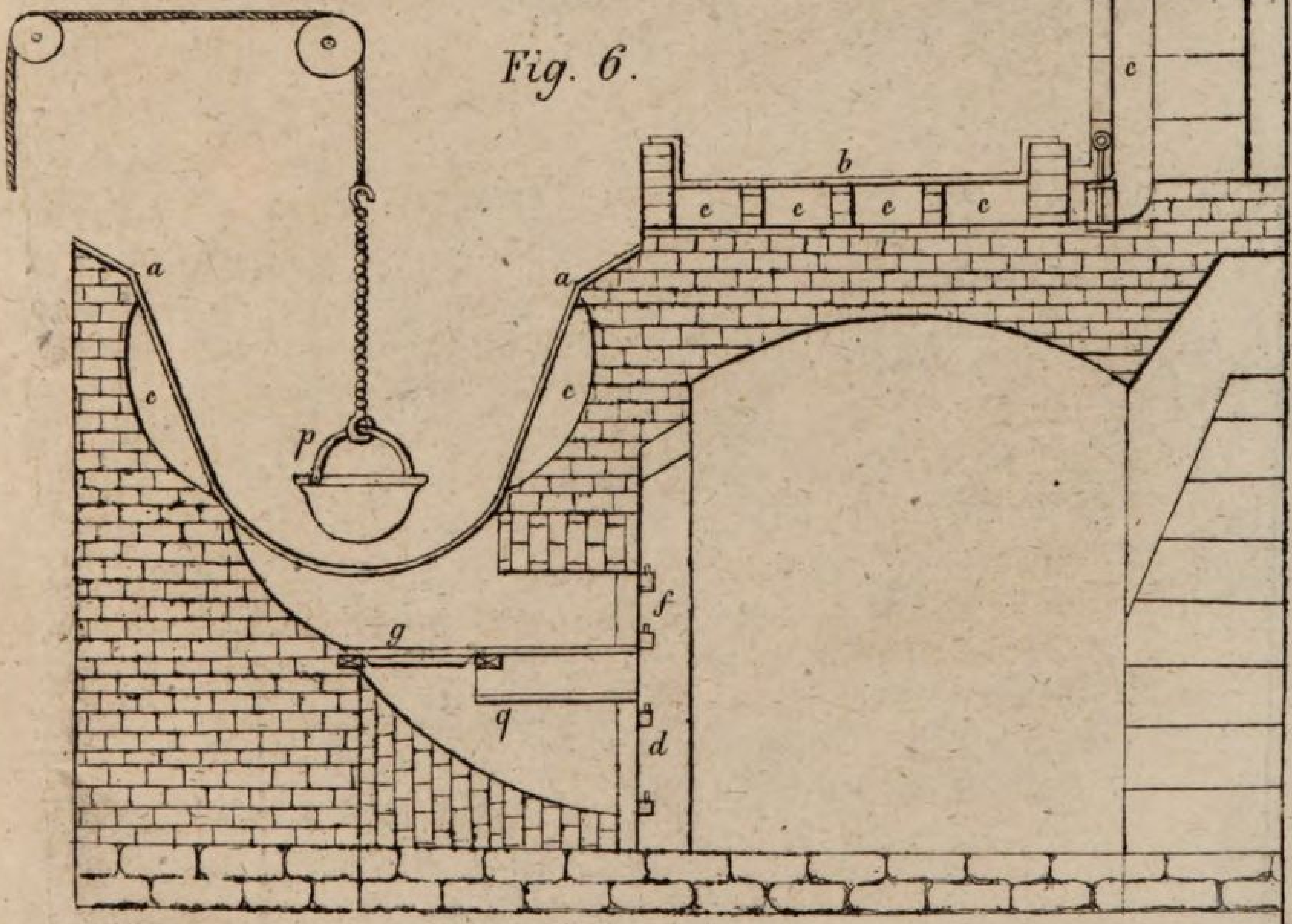


Fig. 6.



C. I. Bock. sc.

G.

. 6.

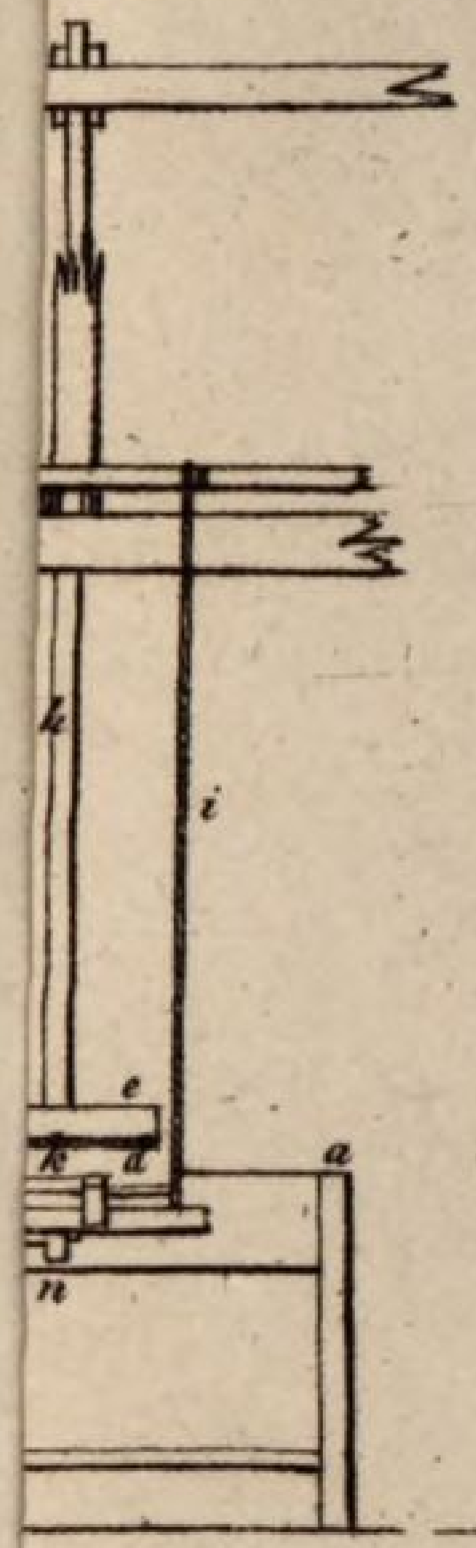


Fig. 7.

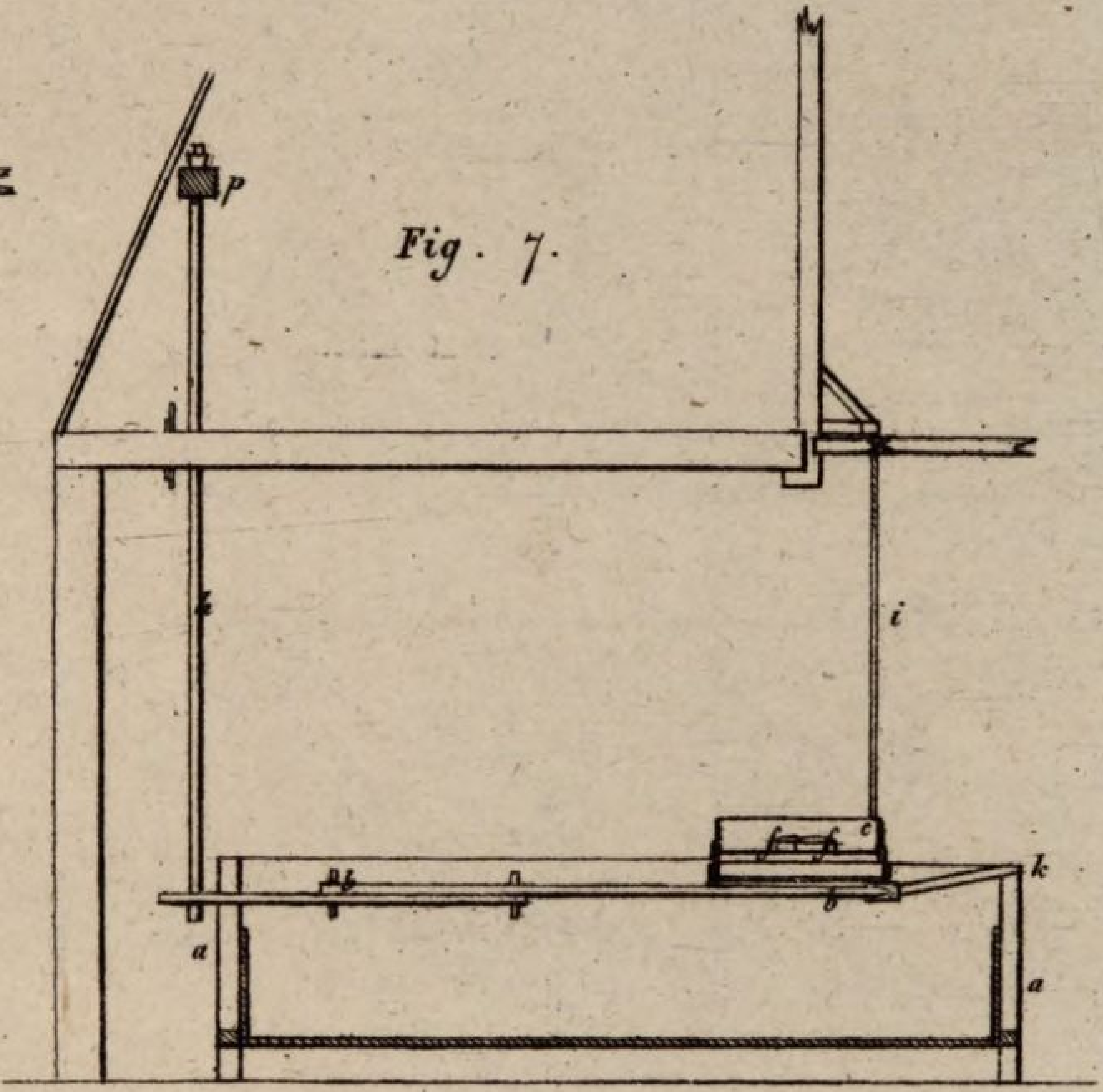


Fig. 9.

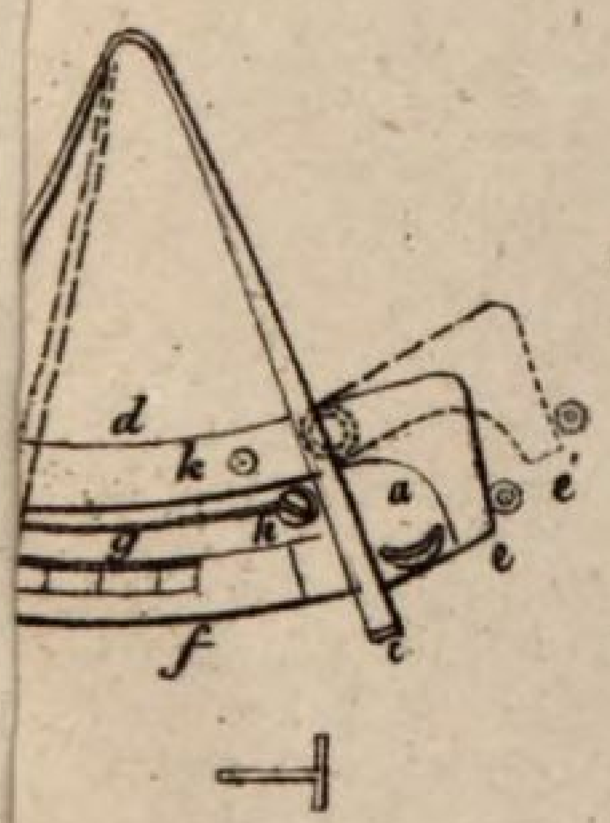
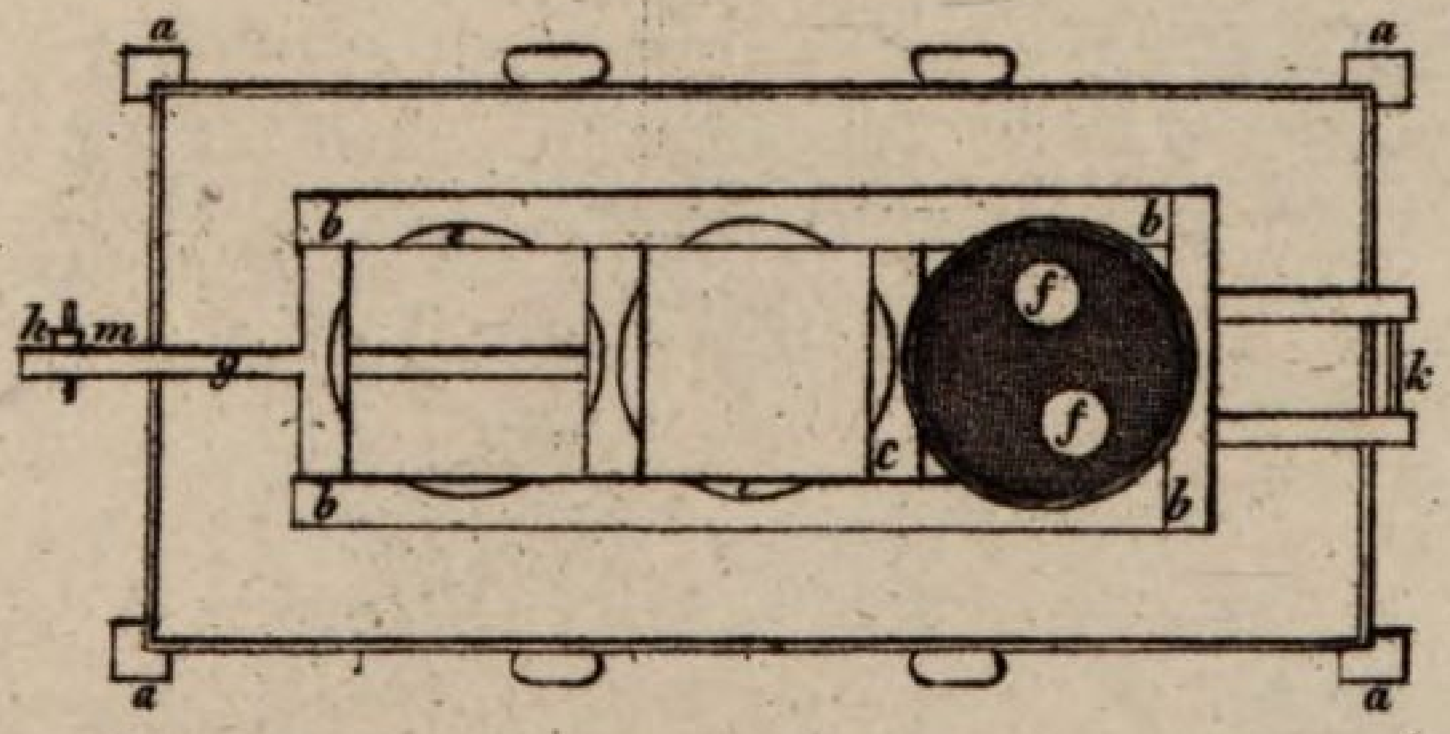
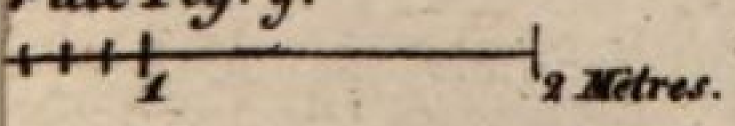


Fig. 8.



r die Fig. 9.



Für die Fig. 6. 7 et 8.

C. I. Bock. sc.

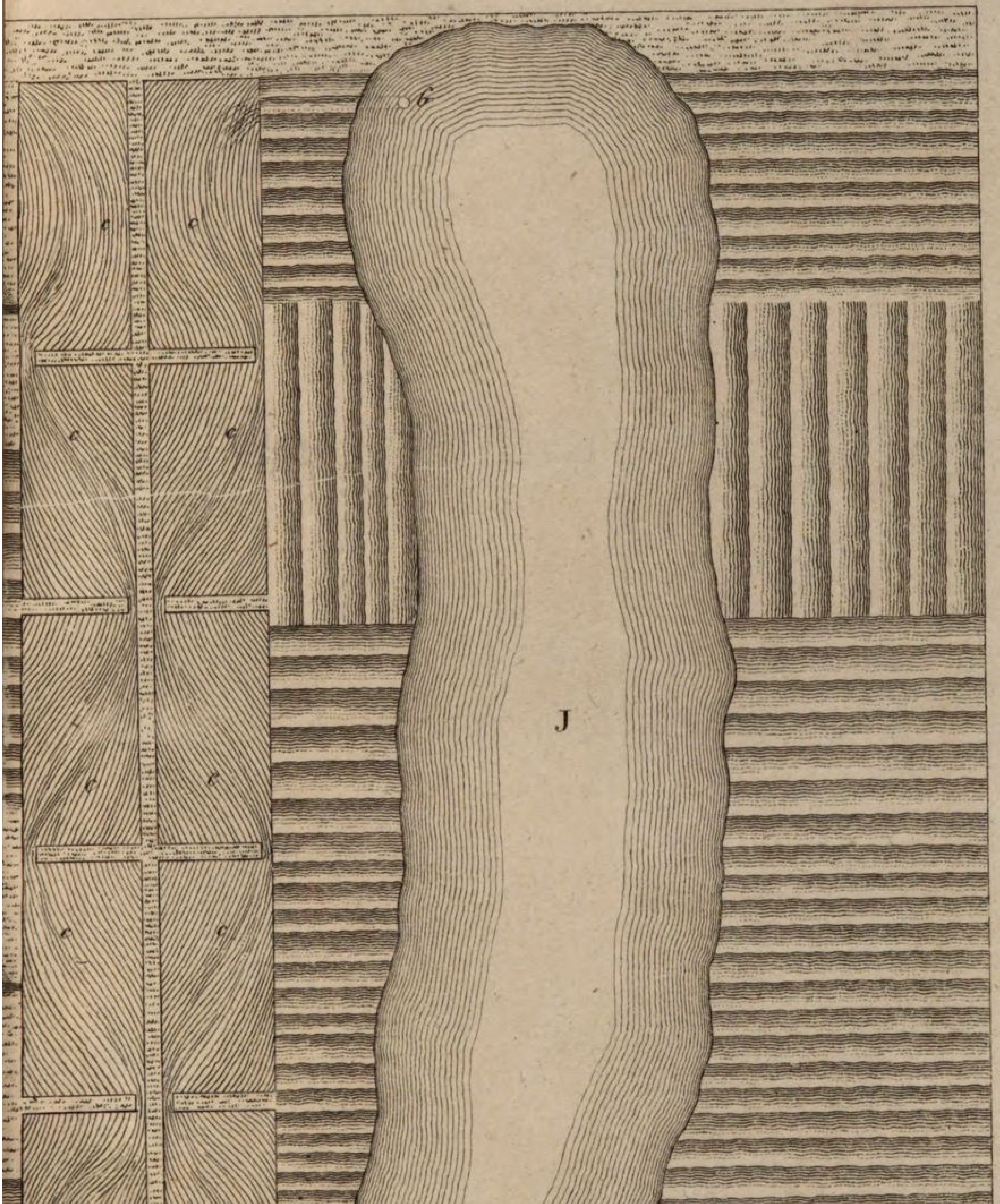

b
c
J
E

Fig. 9.

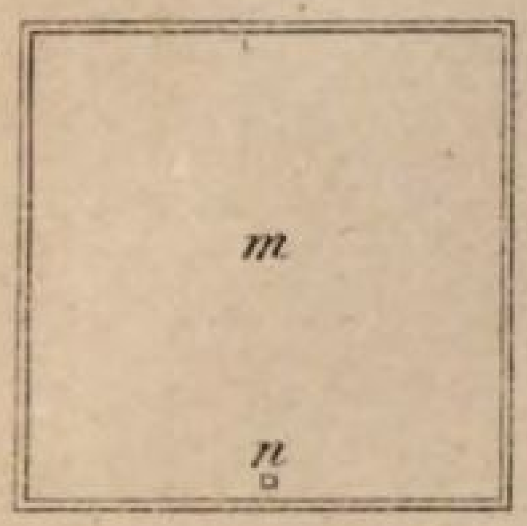


Fig. 10.

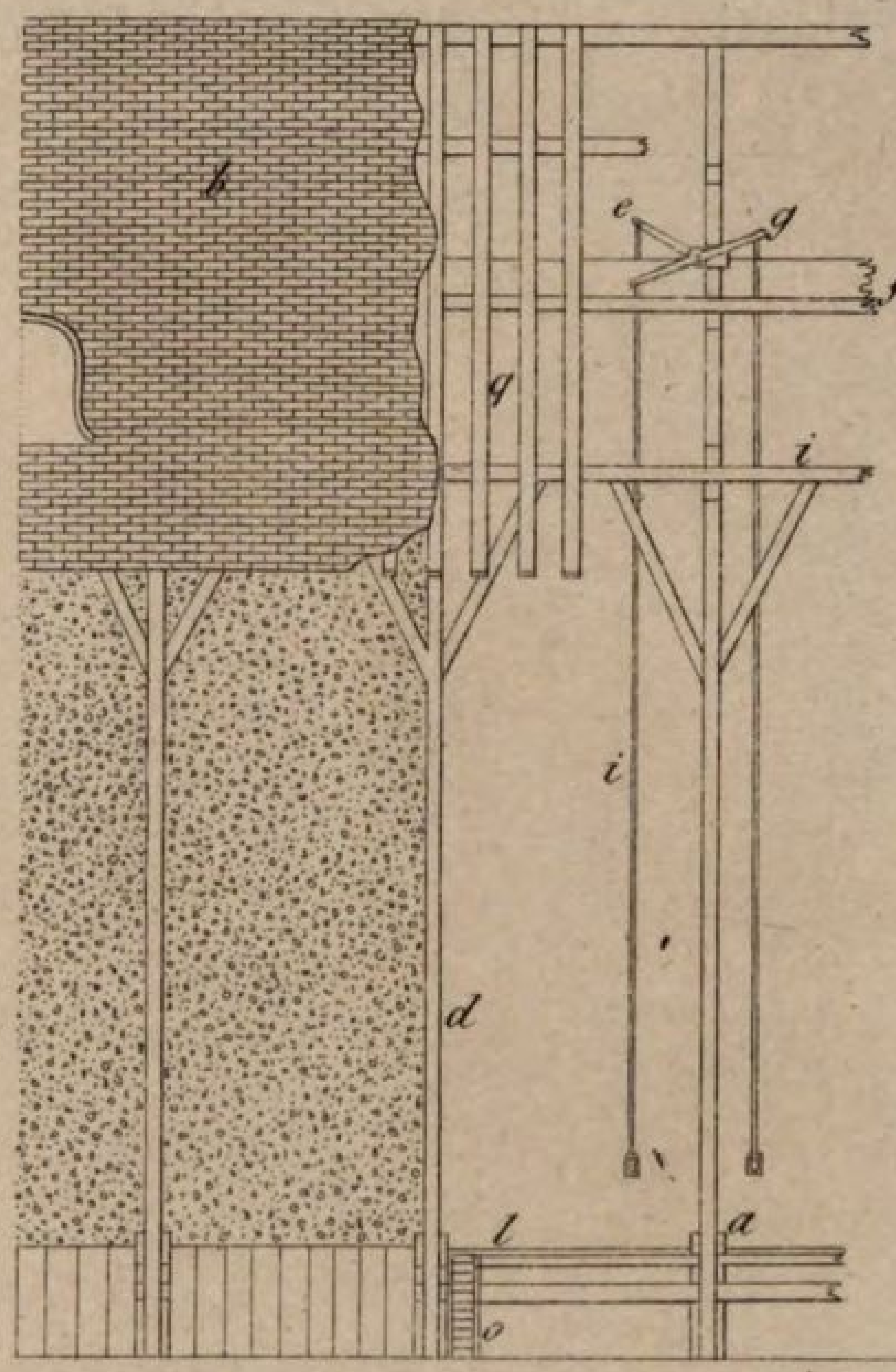


Fig. 7.

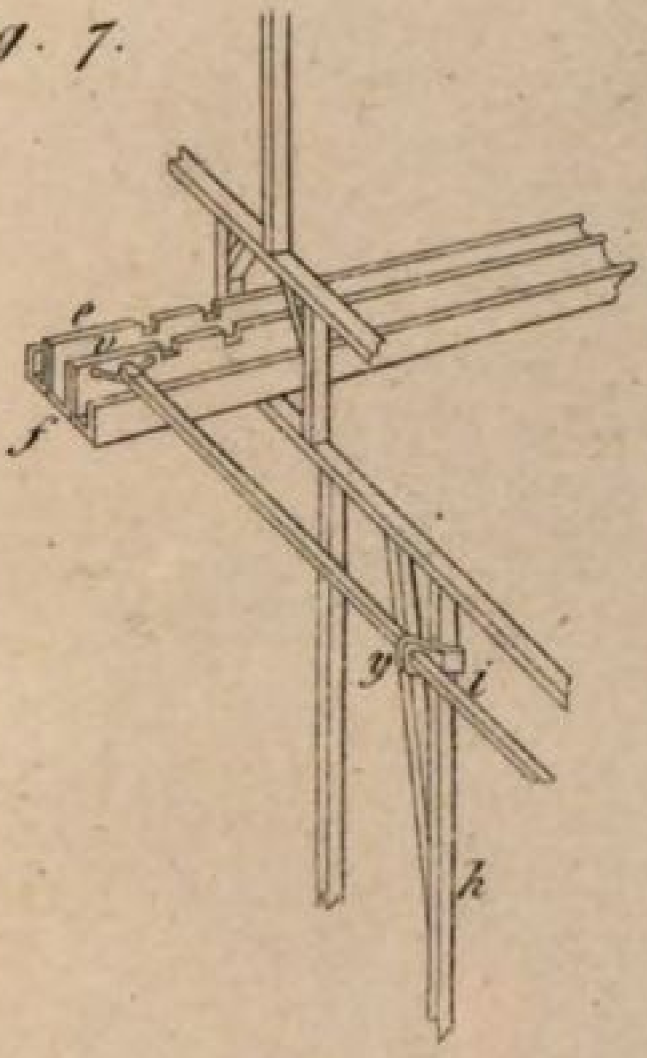


Fig. 11.

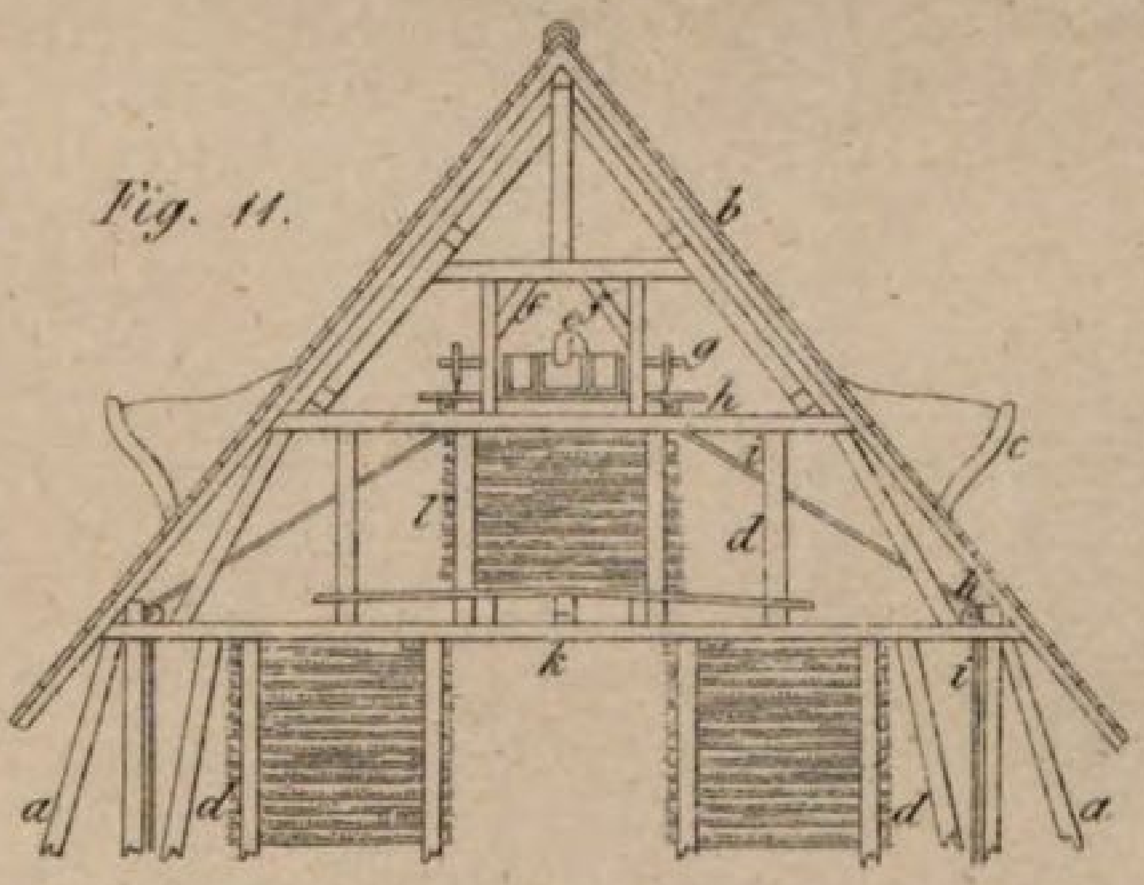
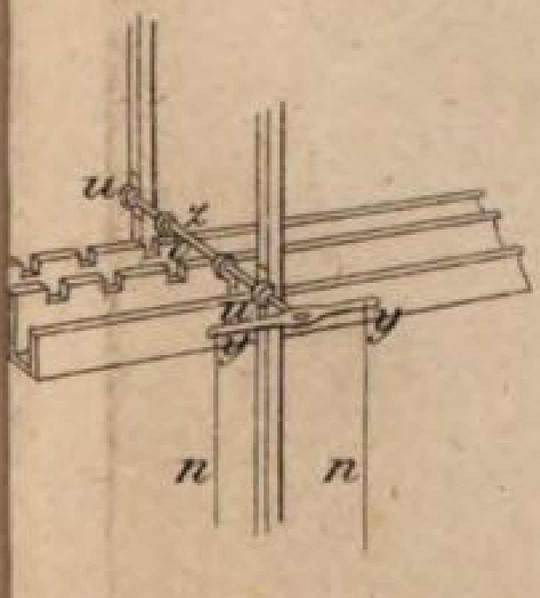


Fig. 8.



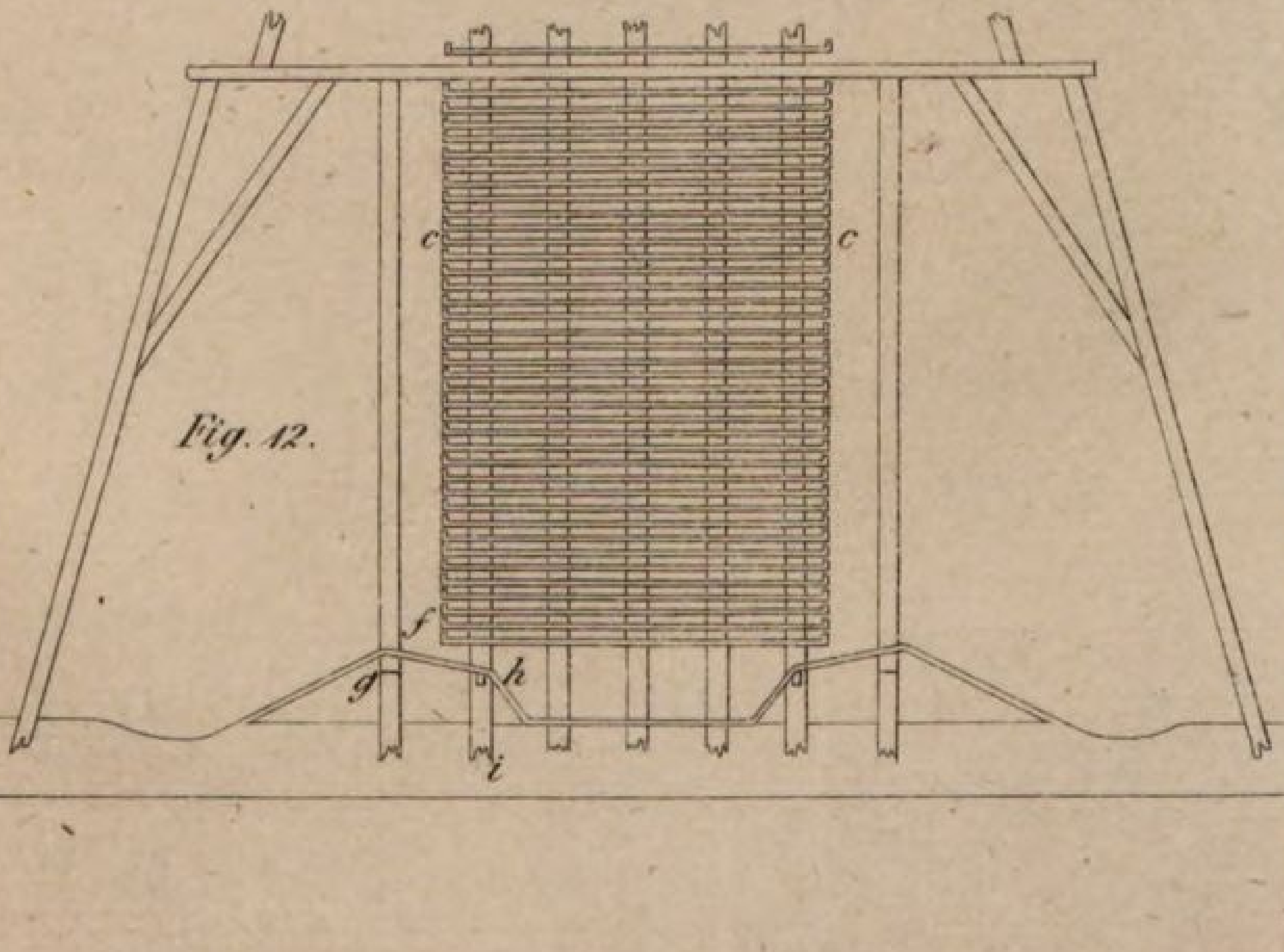


Fig. 12.

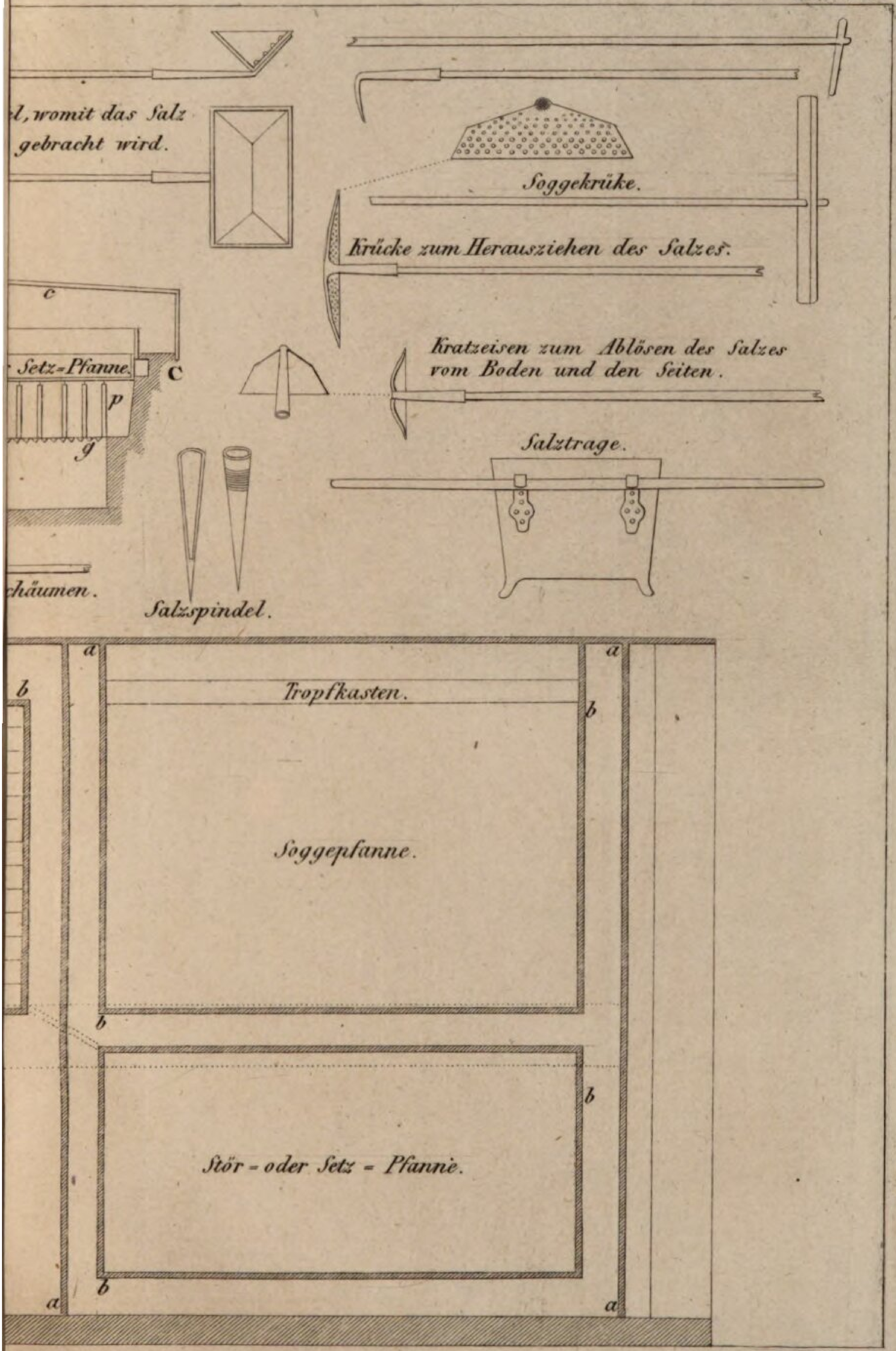

l, womit das Salz
gebracht wird.
Soggekrüke.
Krücke zum Herausziehen des Salzes.
c
Setz=Pfanne.
C
p
g
Kratzeisen zum Ablösen des Salzes
vom Boden und den Seiten.
Salztrage.
chäumen.
Salzspindel.
a
a
b
Tropfkasten.
b
Soggepfanne.
b
b
Stör - oder Setz - Pfanne.
a
b
a

Fig. 3.

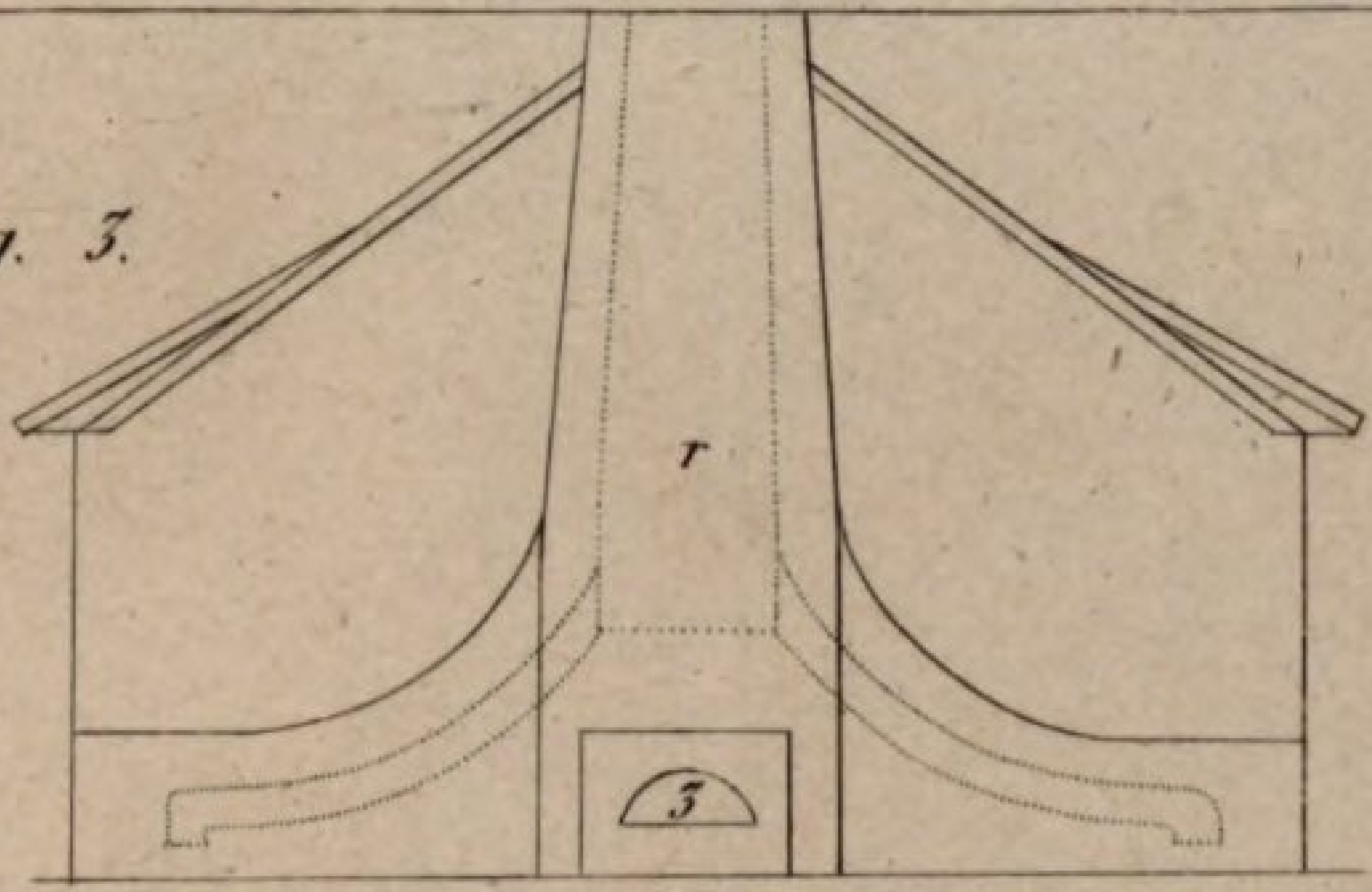


Fig. 6.

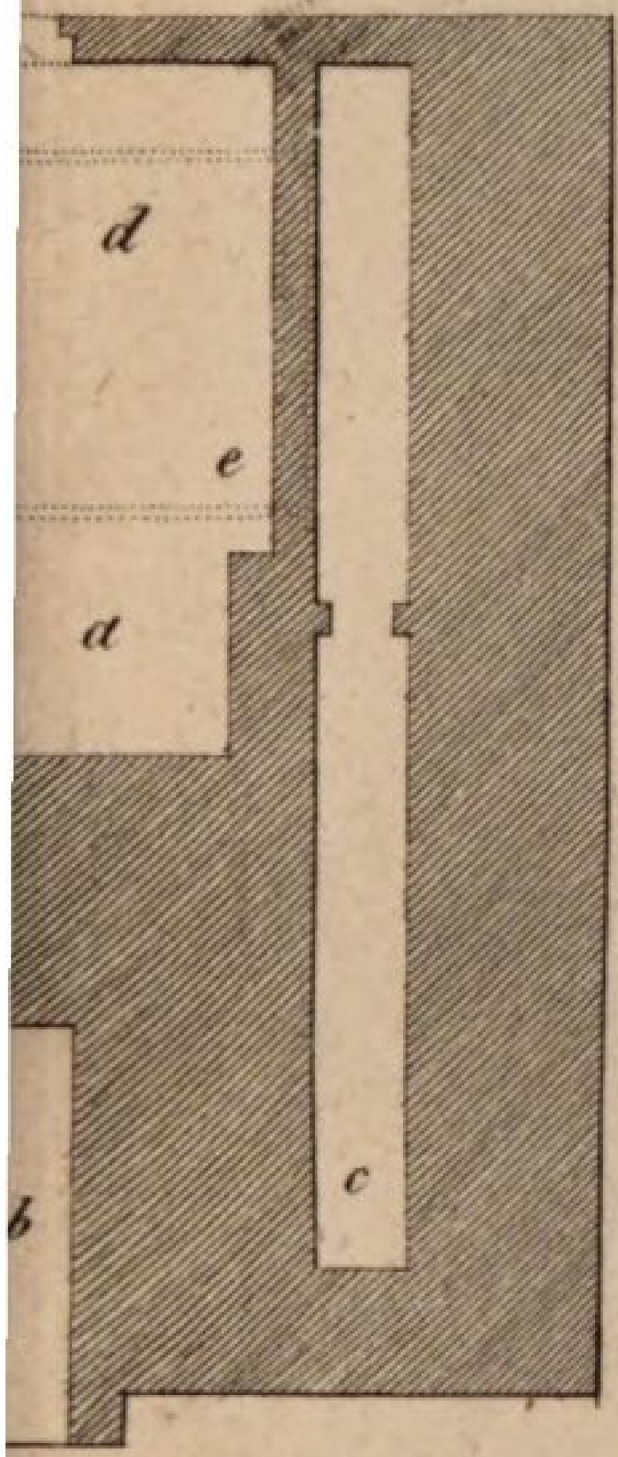


Fig. 4.

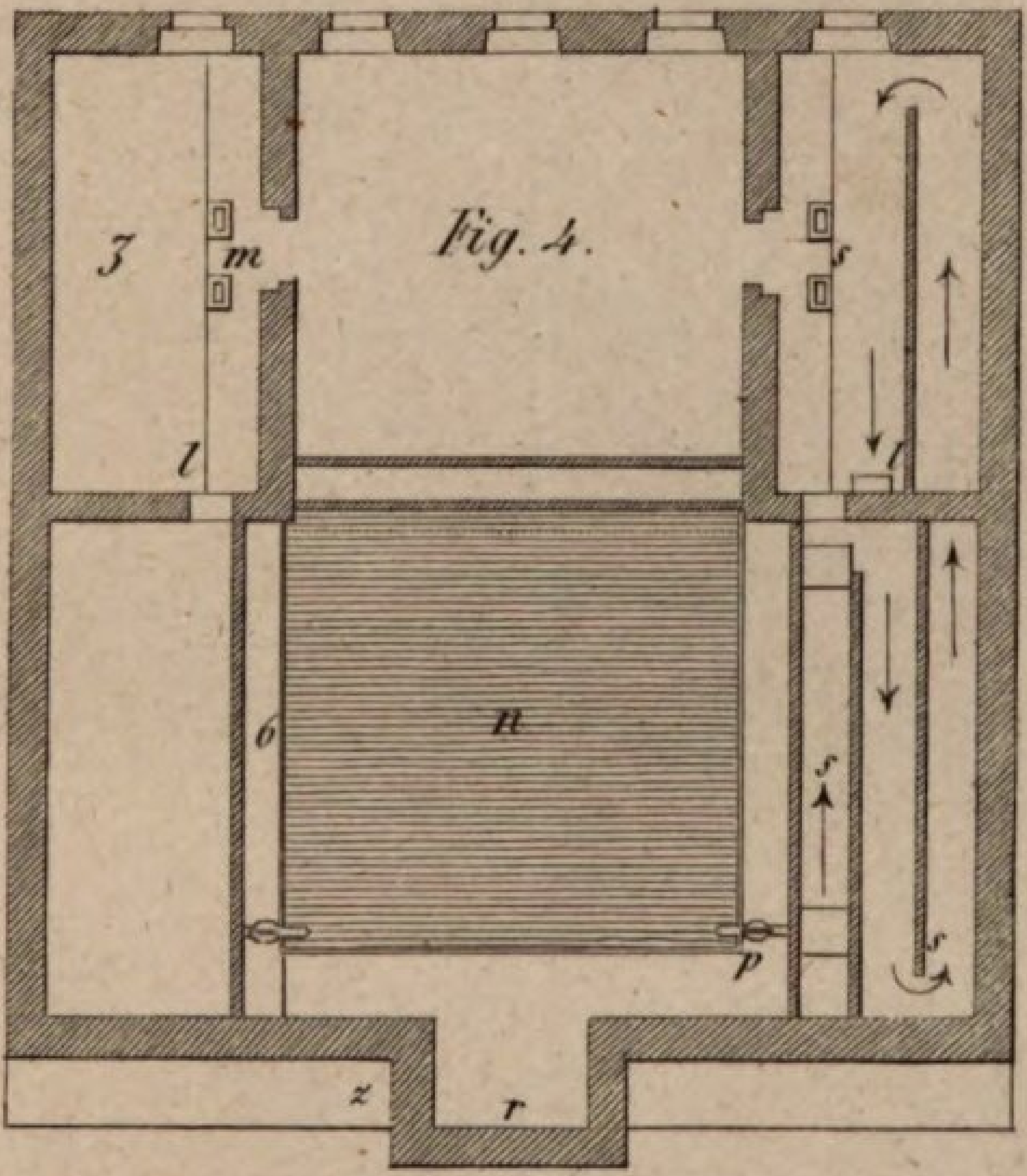
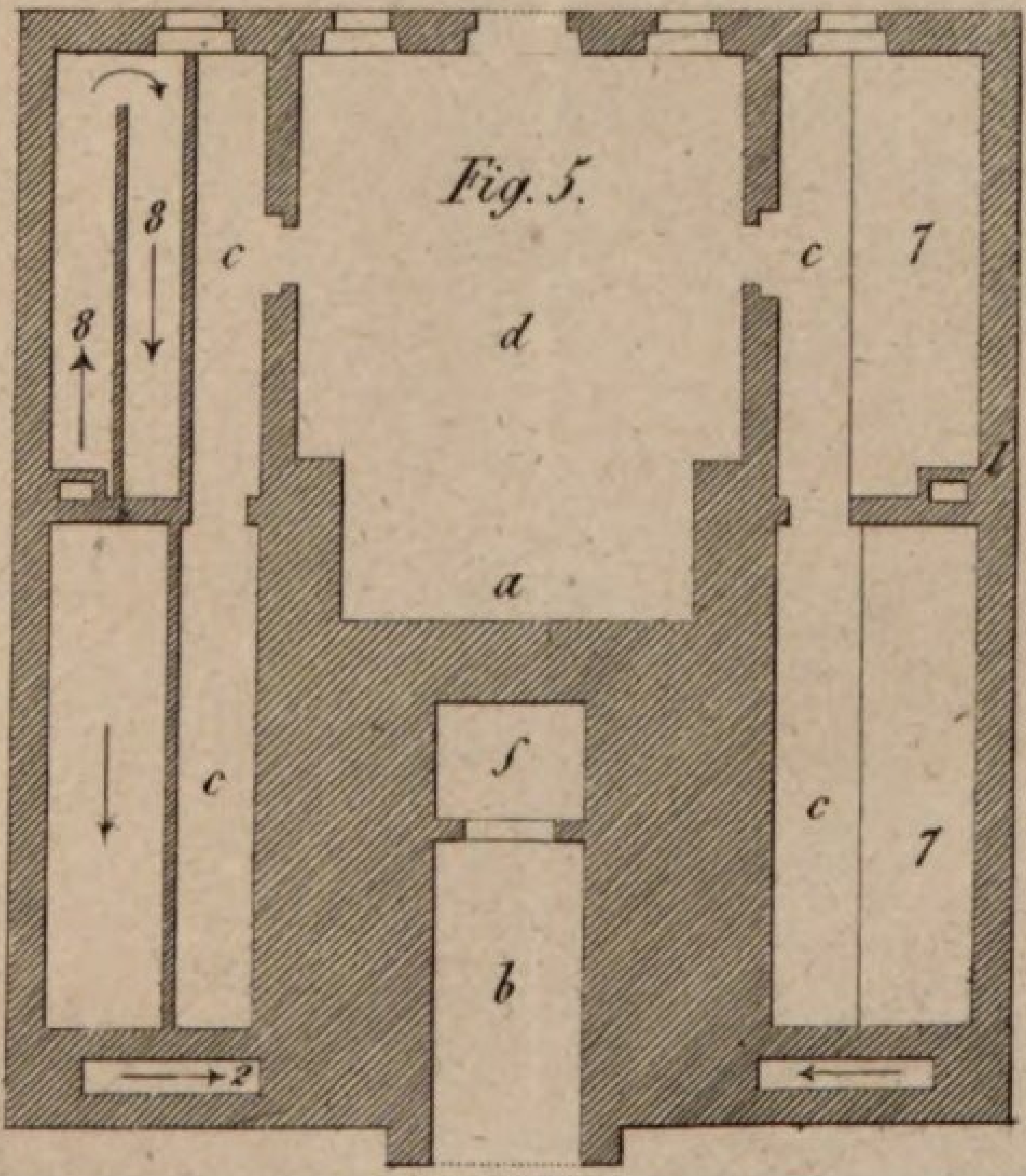


Fig. 5.



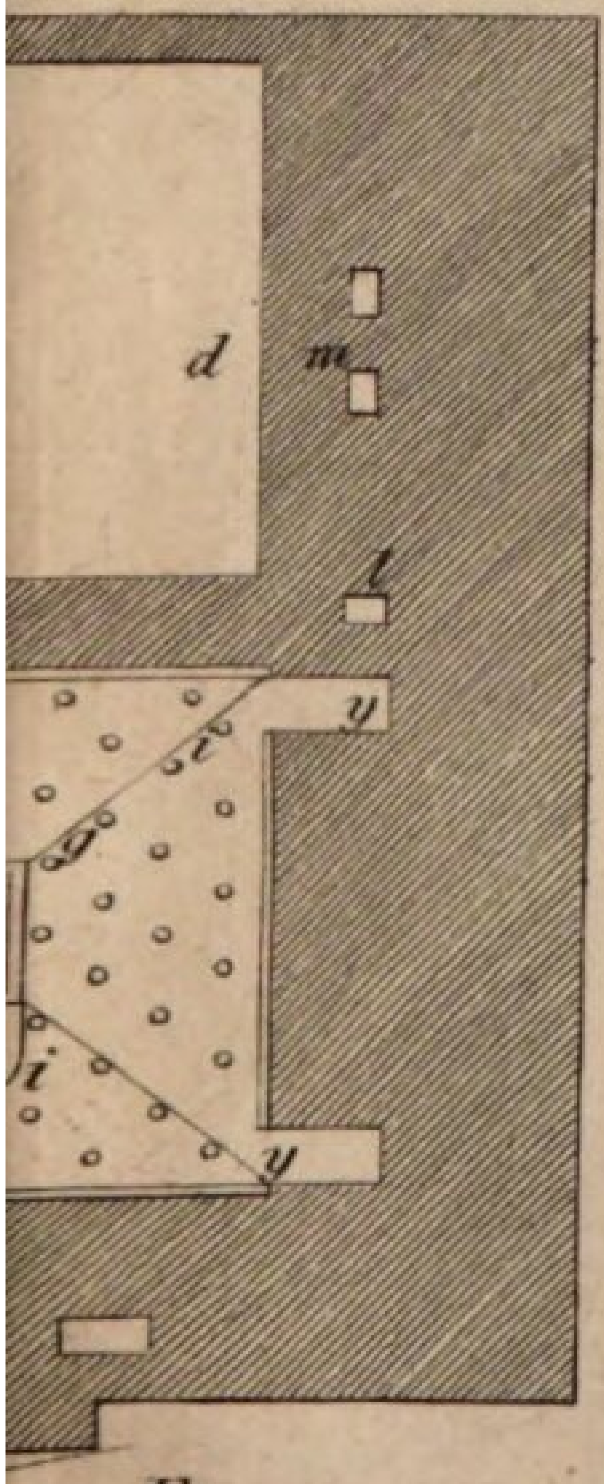


Fig. 7.

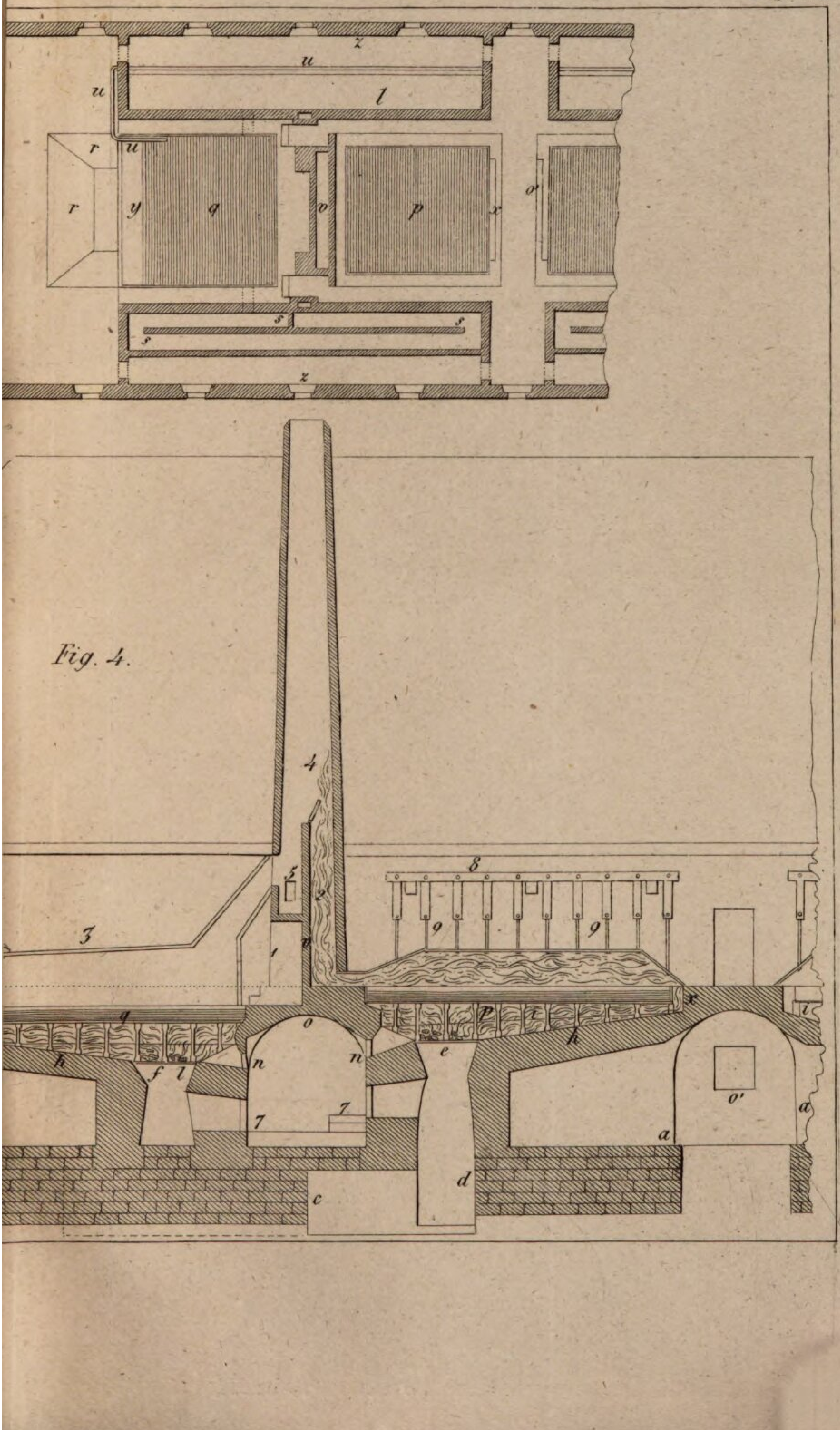


Fig. 4.

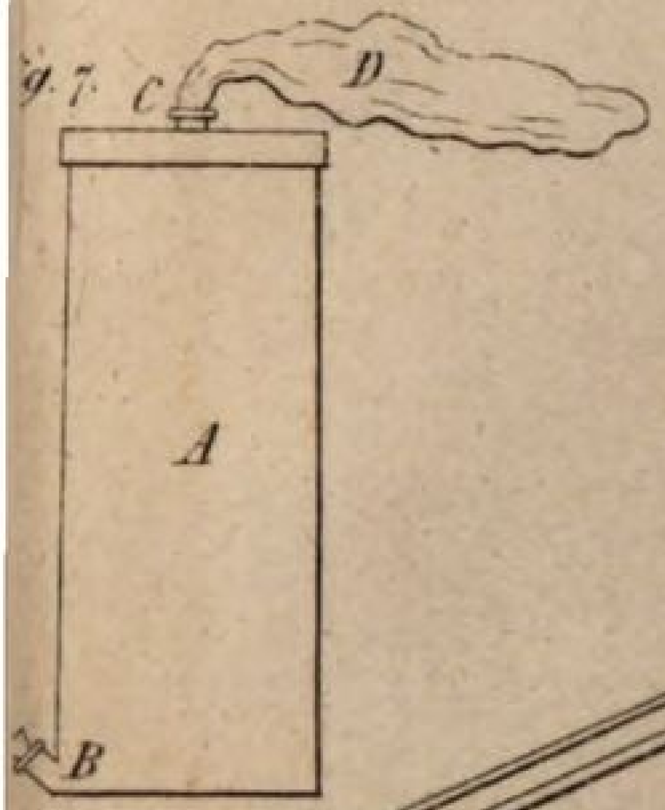


Fig. 8.

Fig. 5.

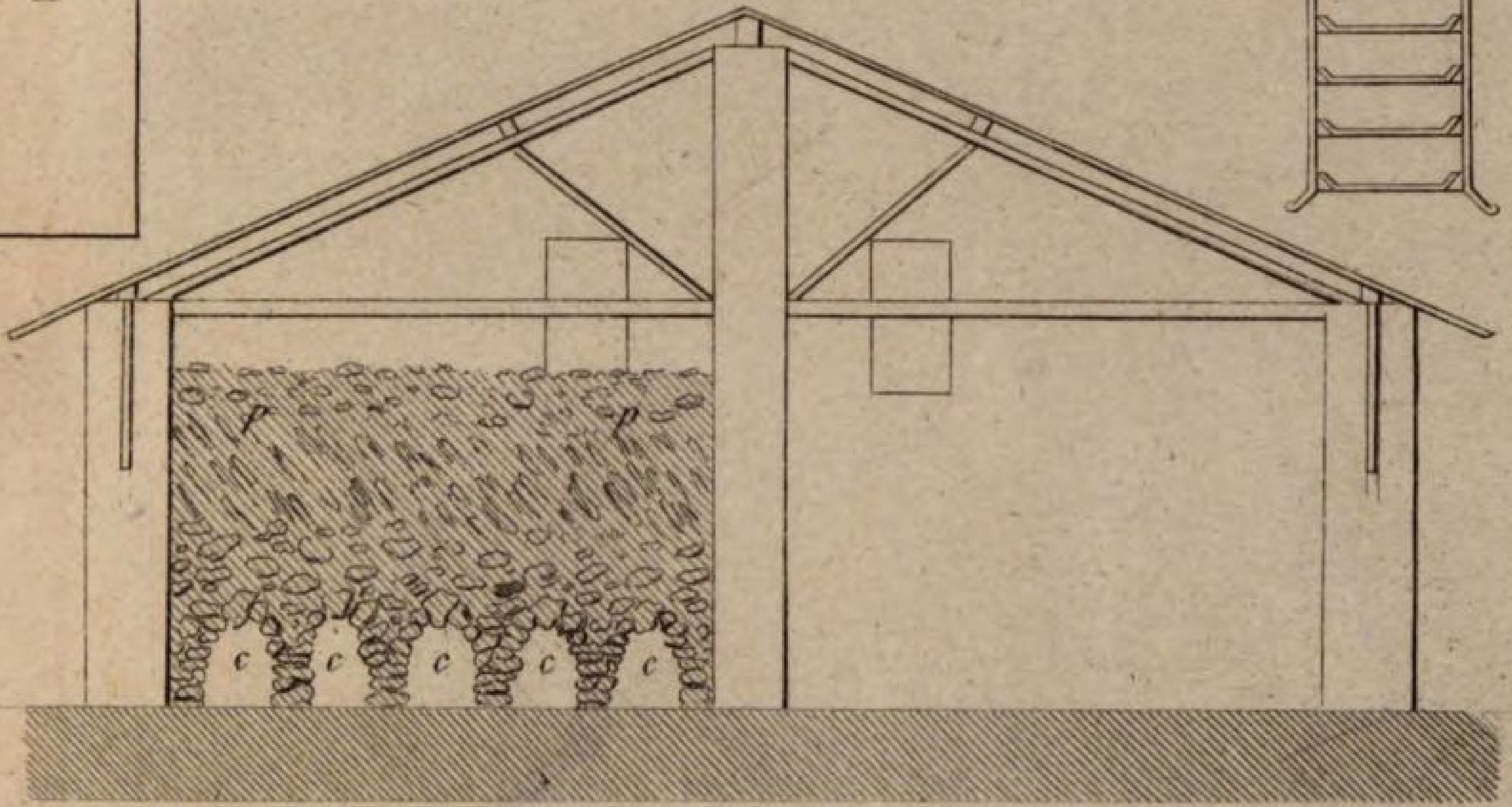
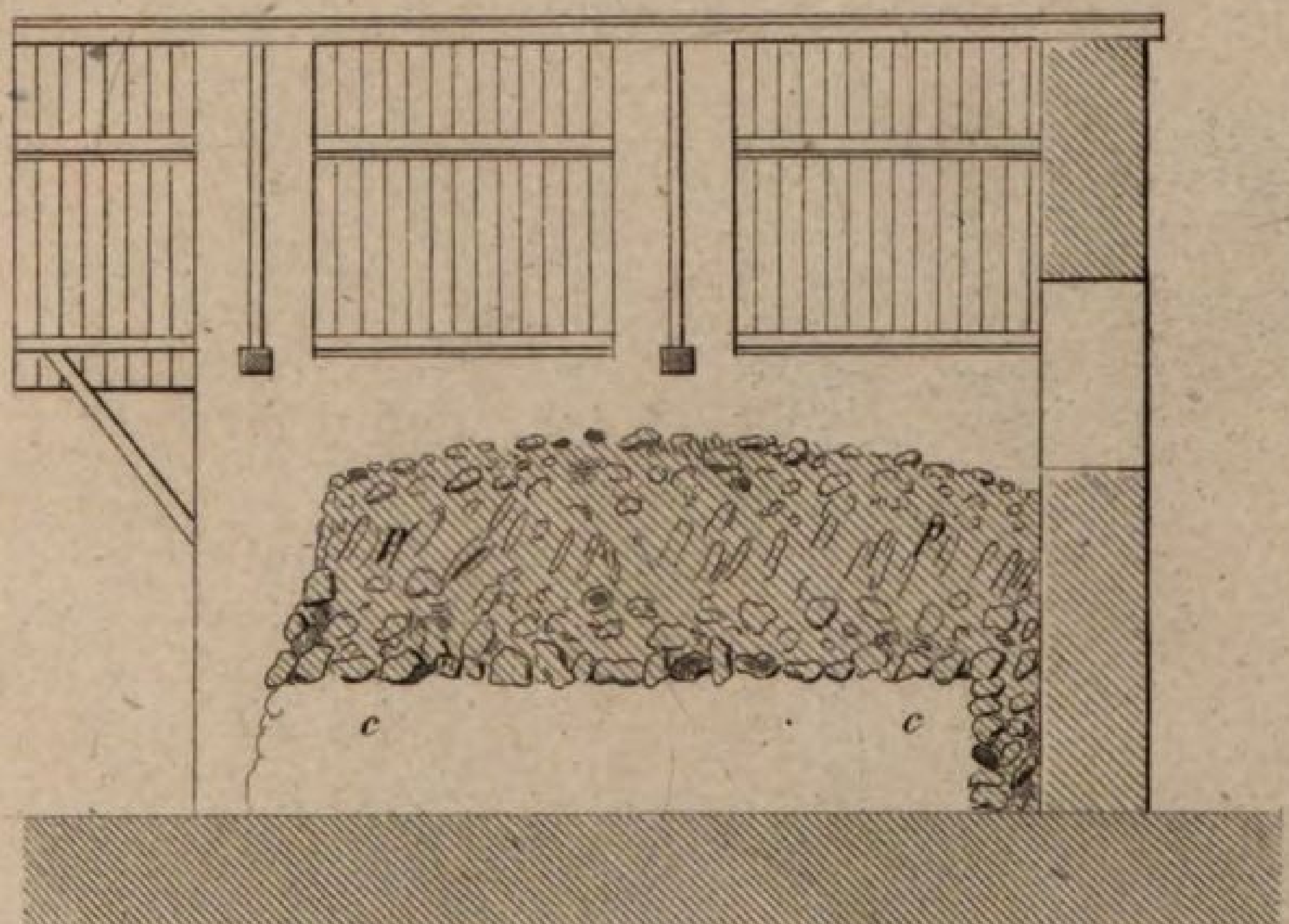


Fig. 6.



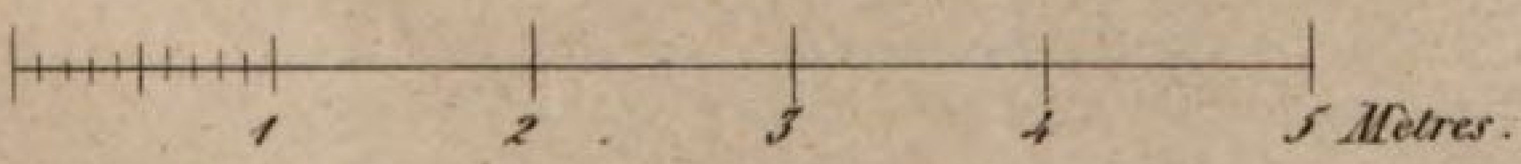


Fig. 4.

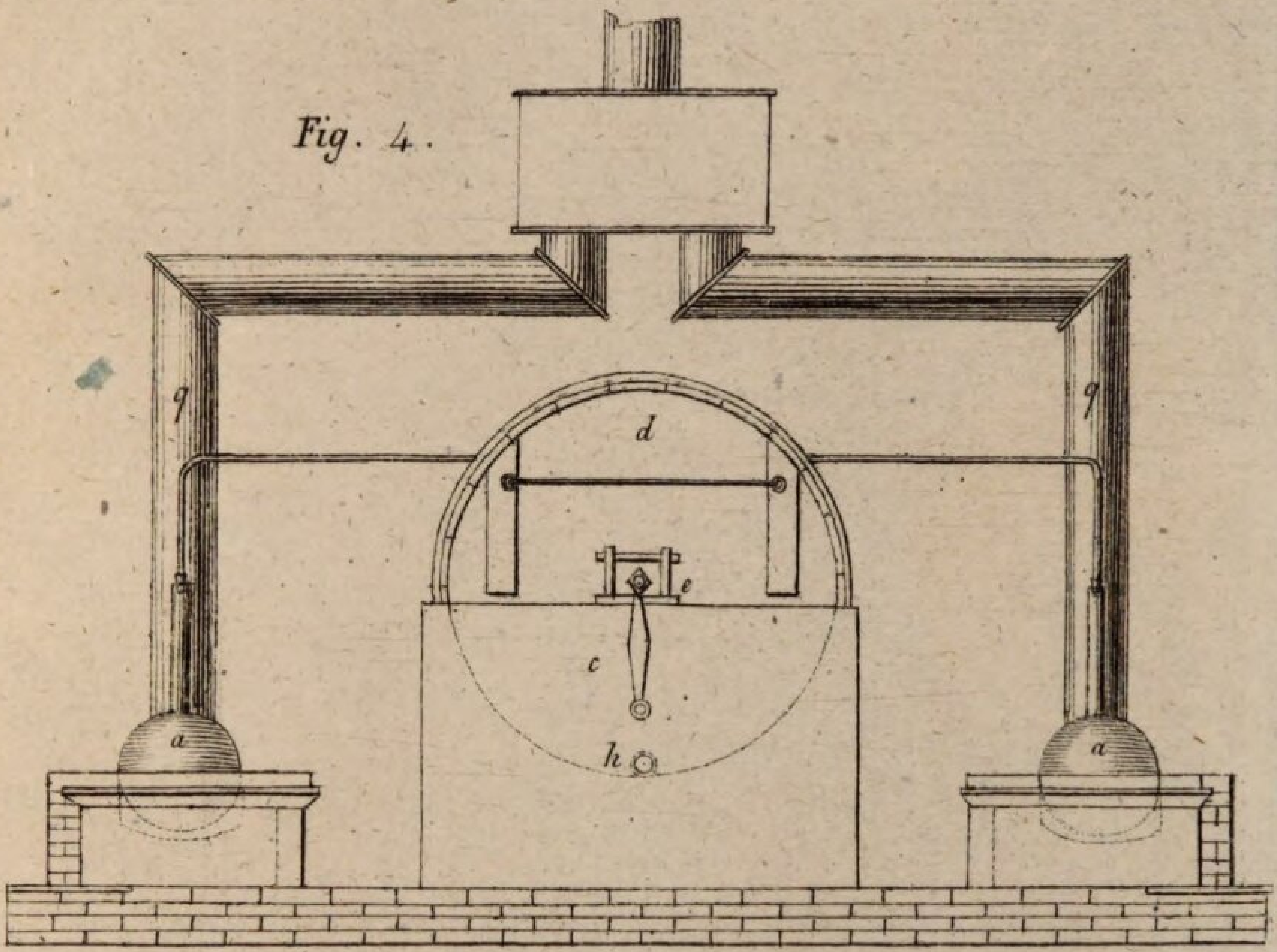
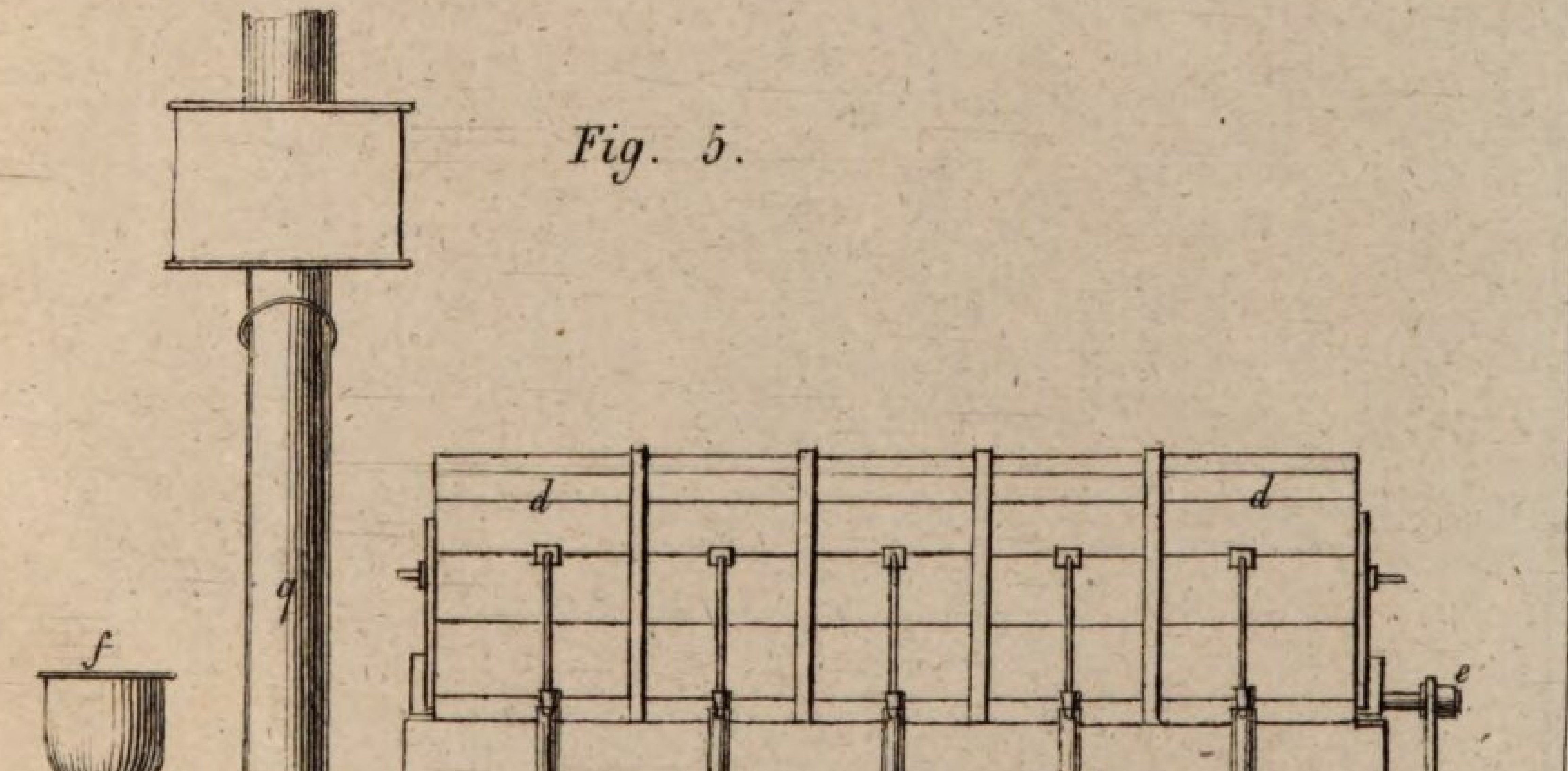


Fig. 5.



C.I.Bock.sc.

2.

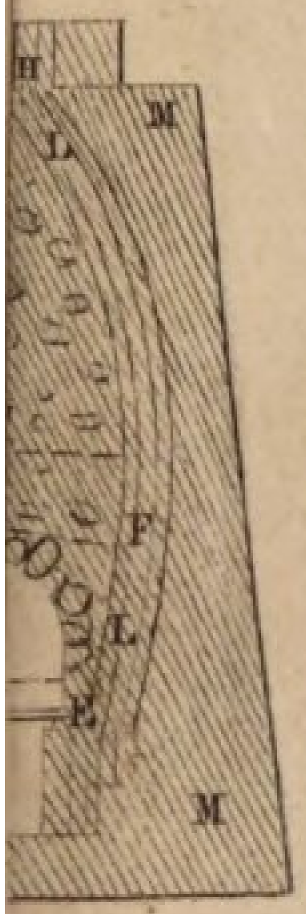


Fig. 8.

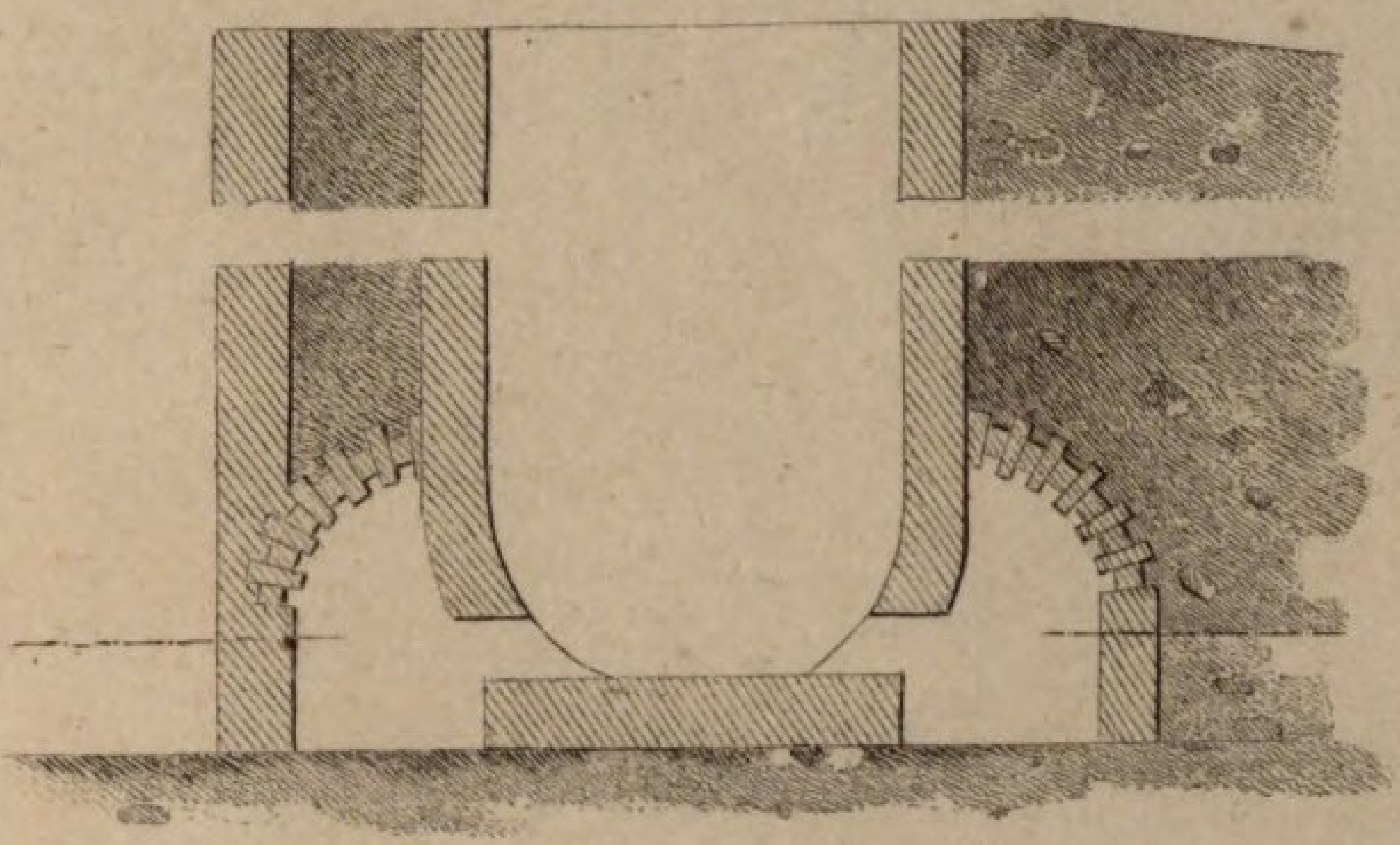


Fig. 7.

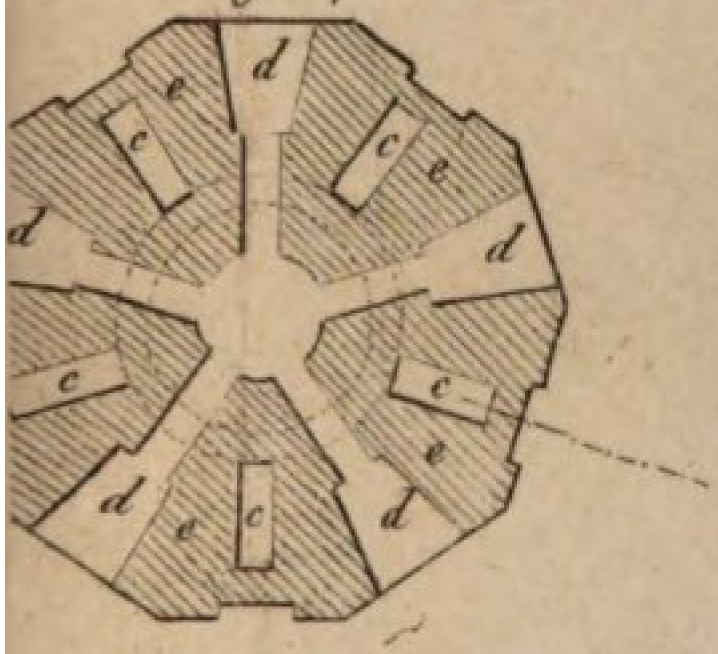


Fig. 9.

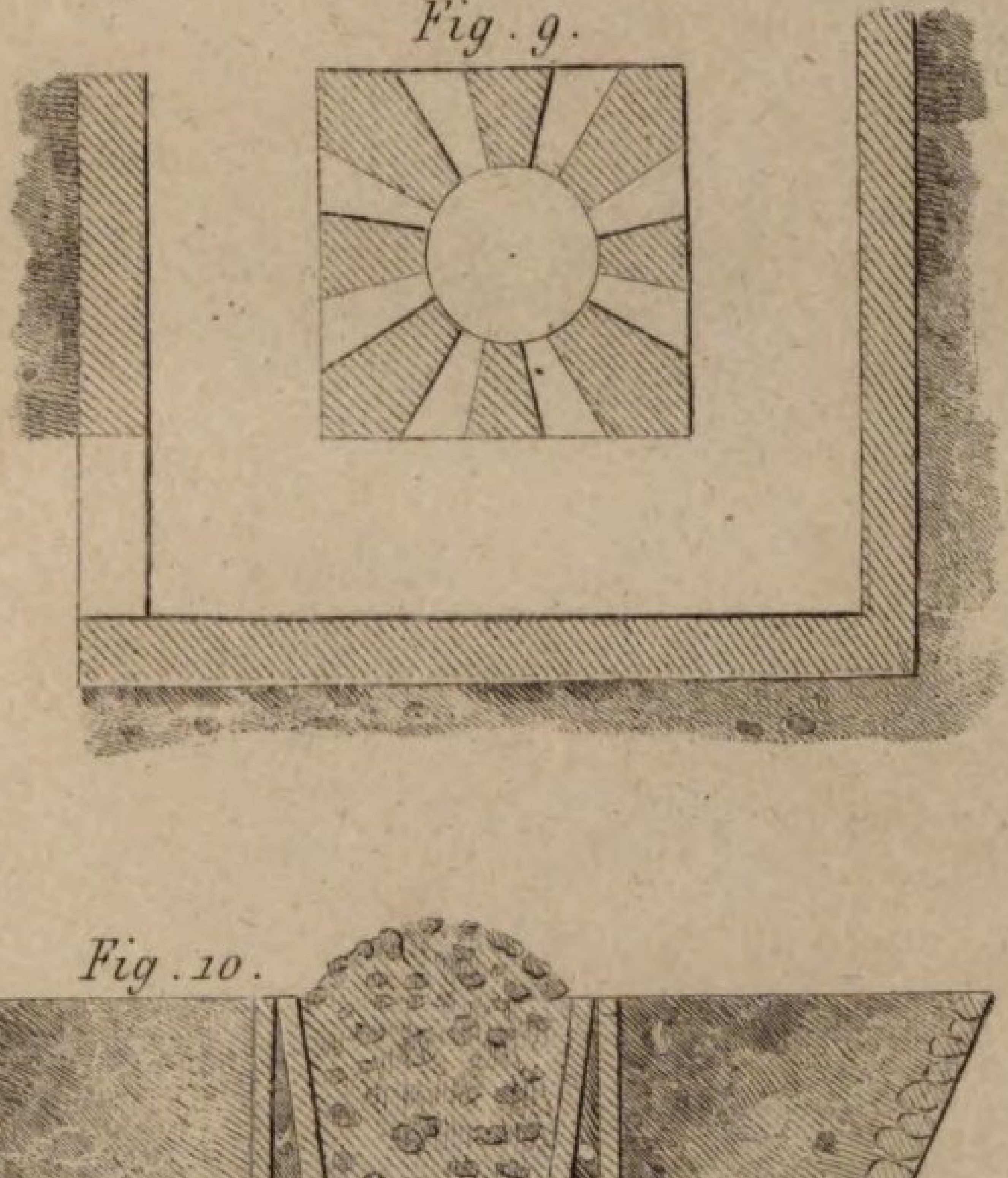
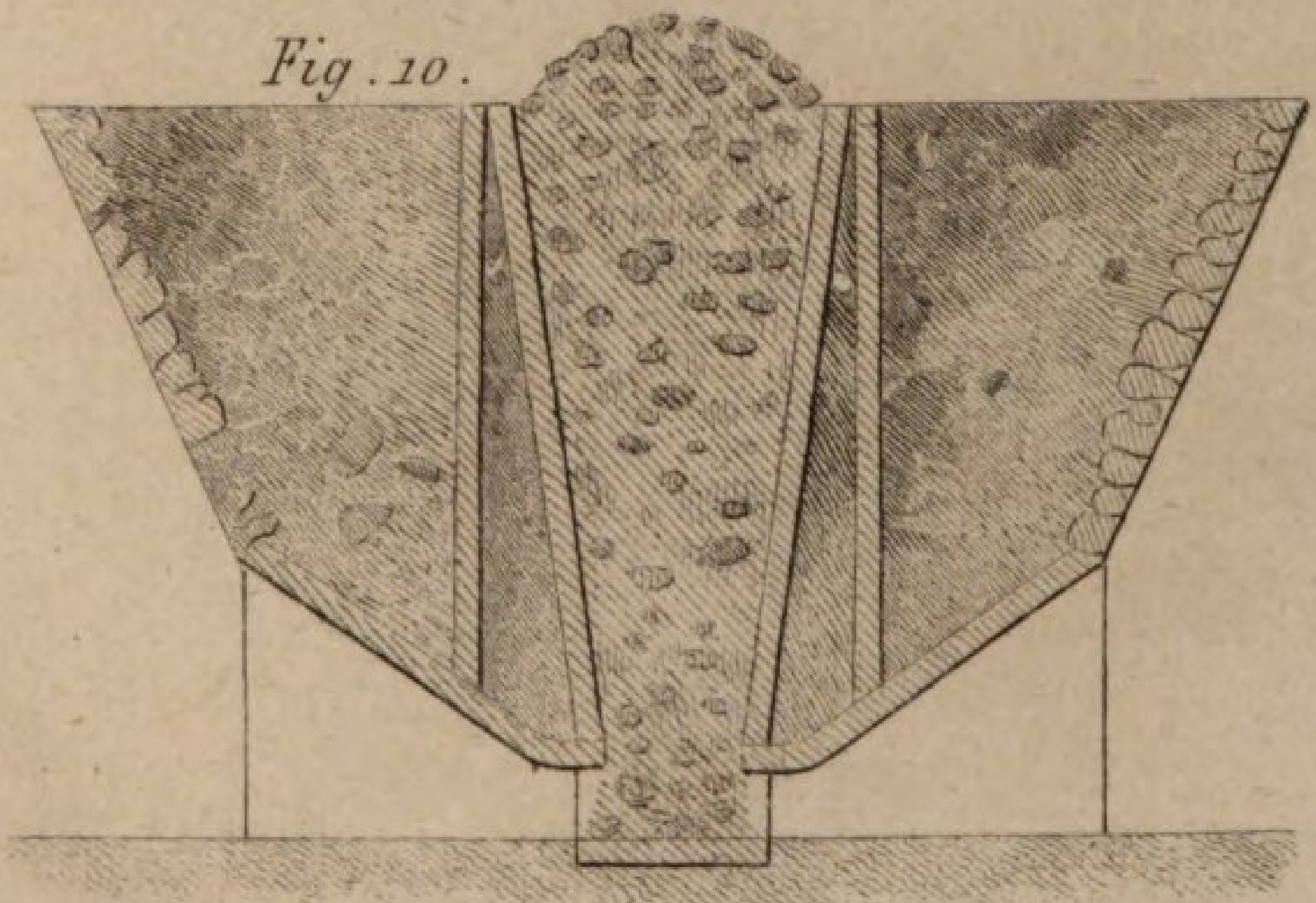


Fig. 10.



3 4 5 Metres

1 2 3 4 5 10 Metres

C. I. Bock. sc.

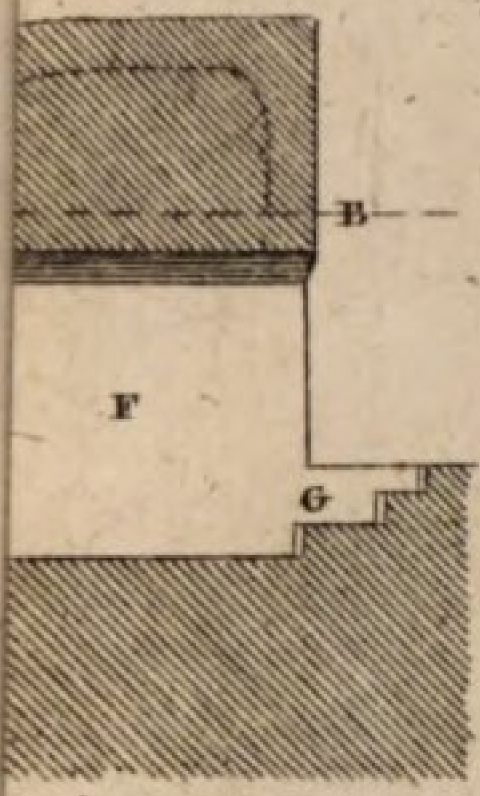


Fig. 5.

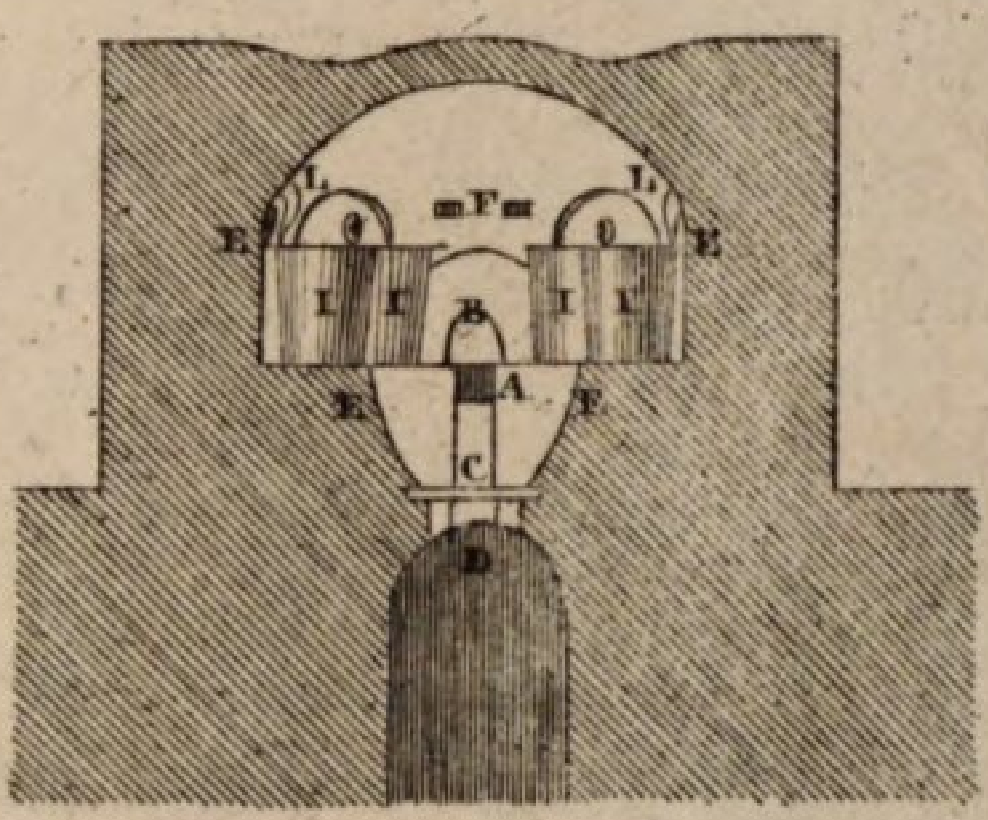
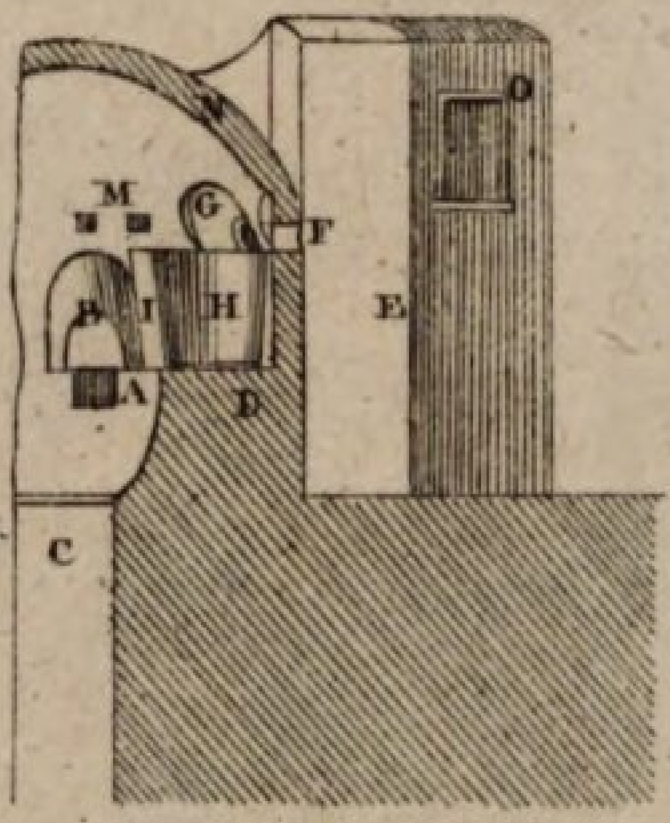


Fig. 7.



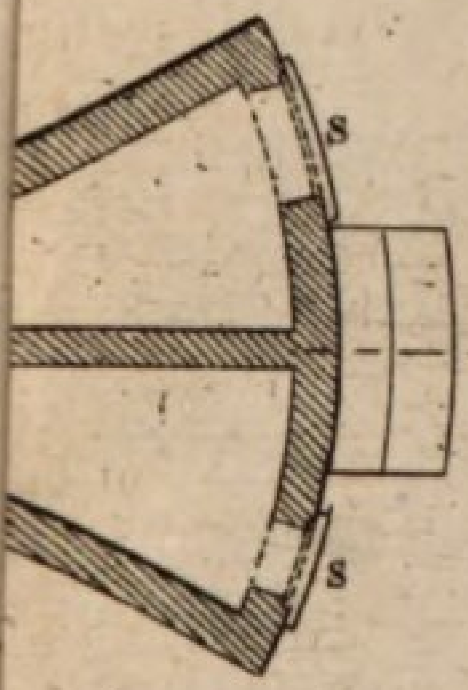


Fig. 6.

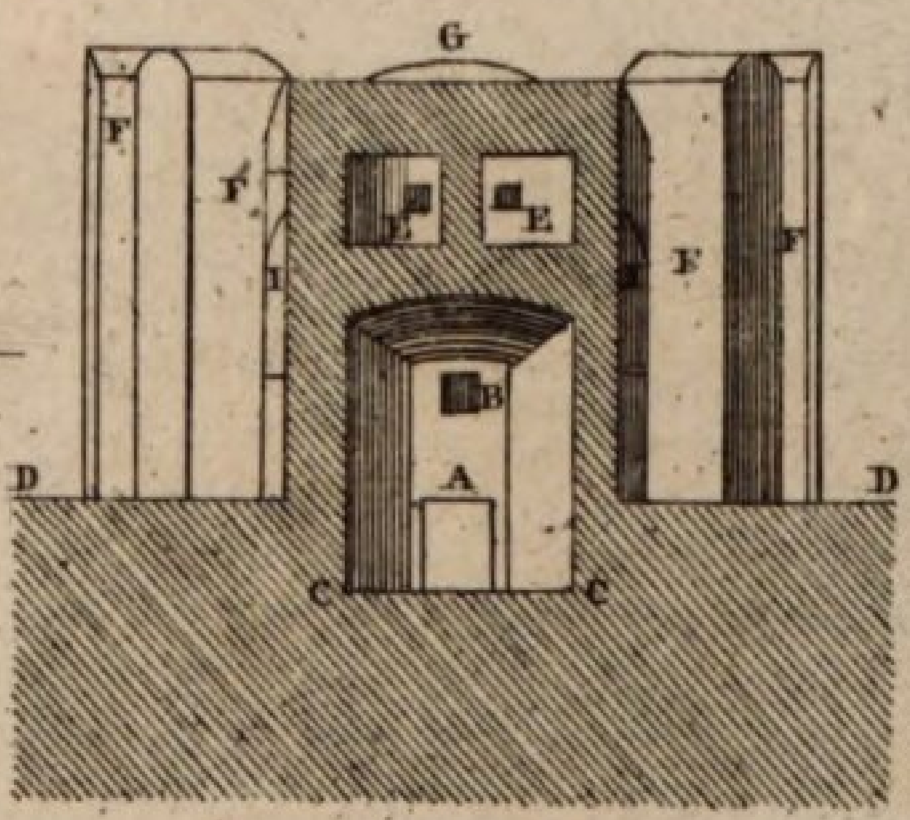
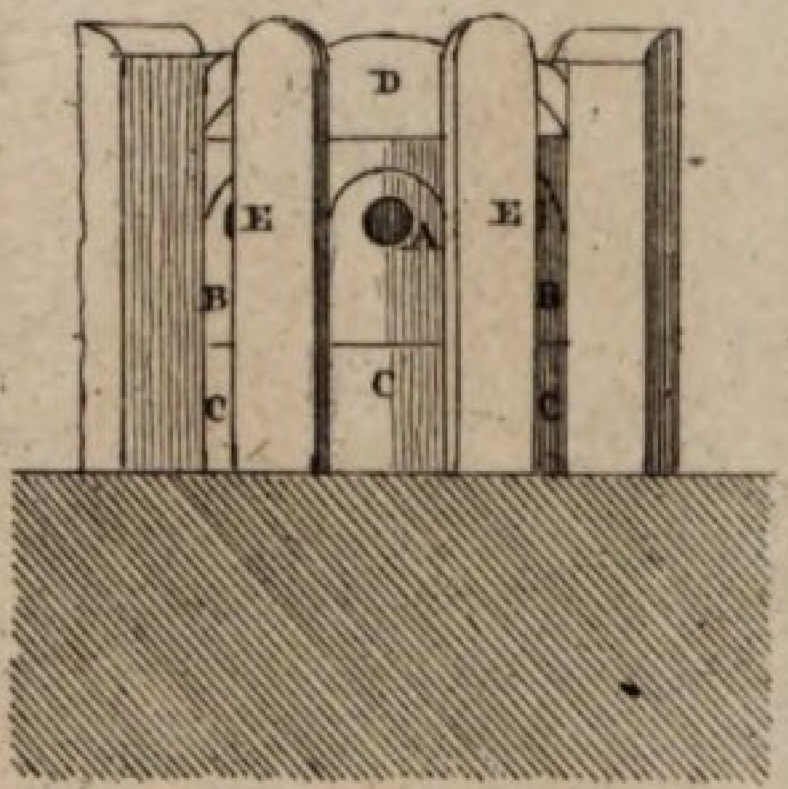


Fig. 8.



…kohlenfeuerung.)

Streckofen.

Fig. 6.

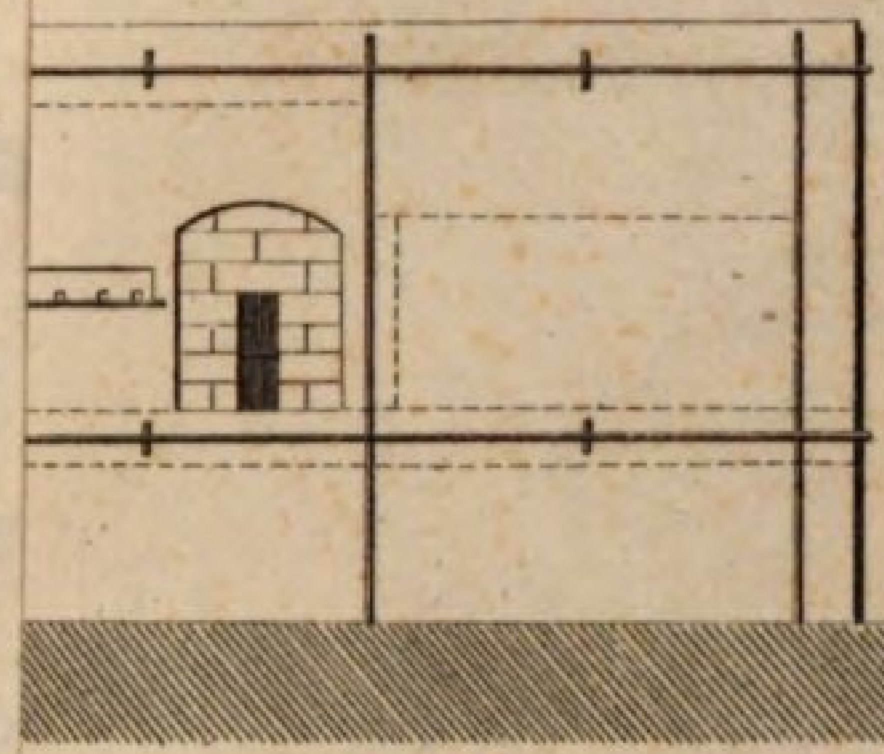


Fig. 8.

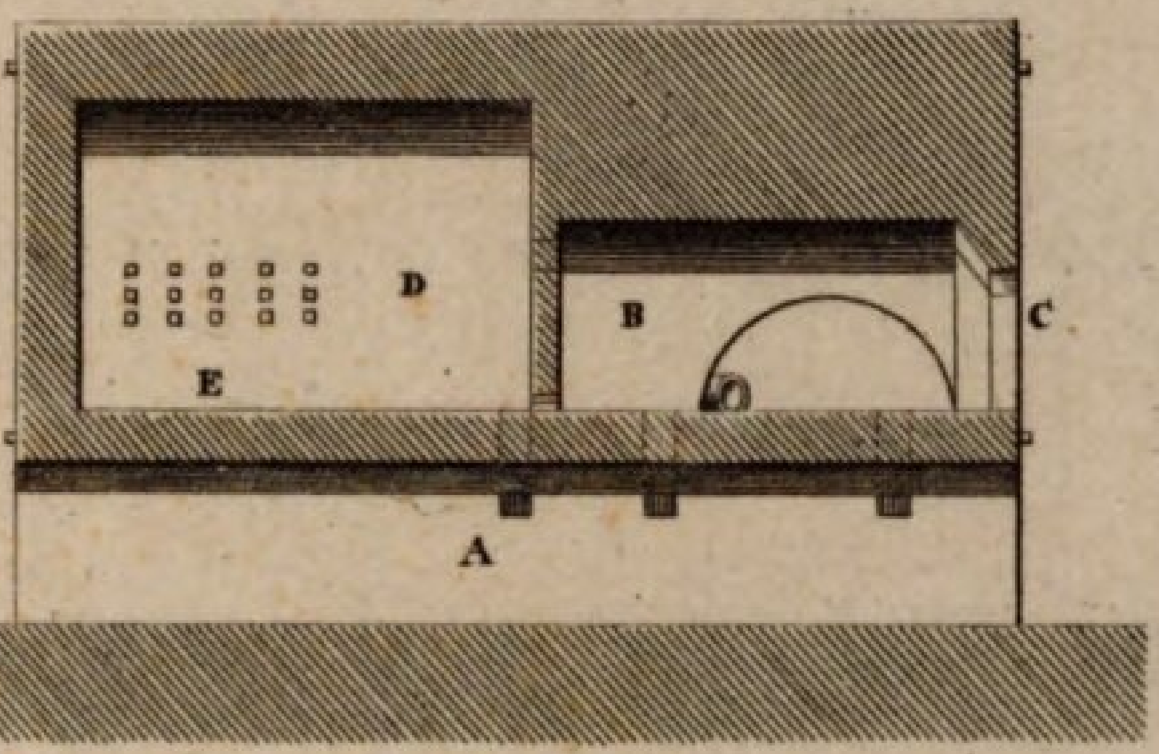


Fig. 7.

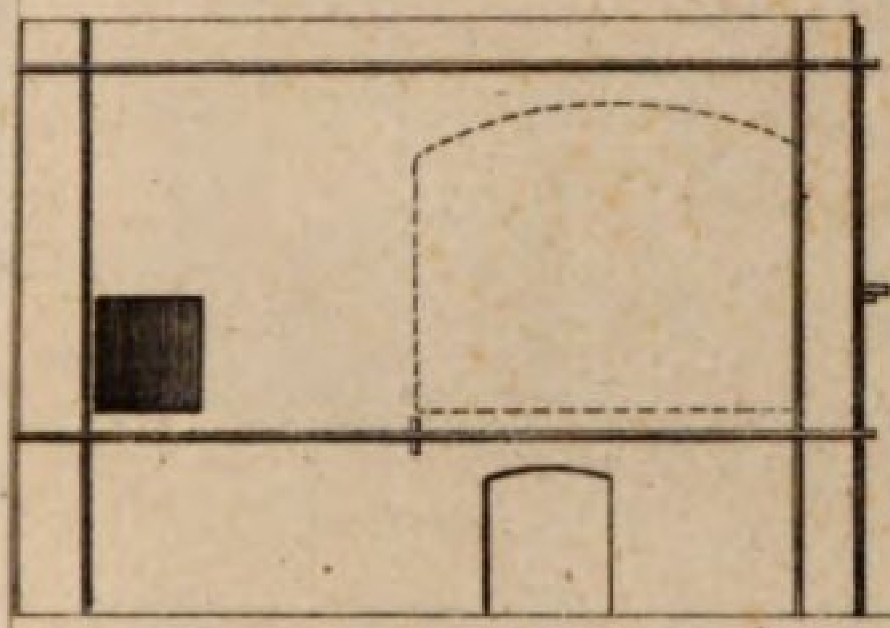


Fig. 9.

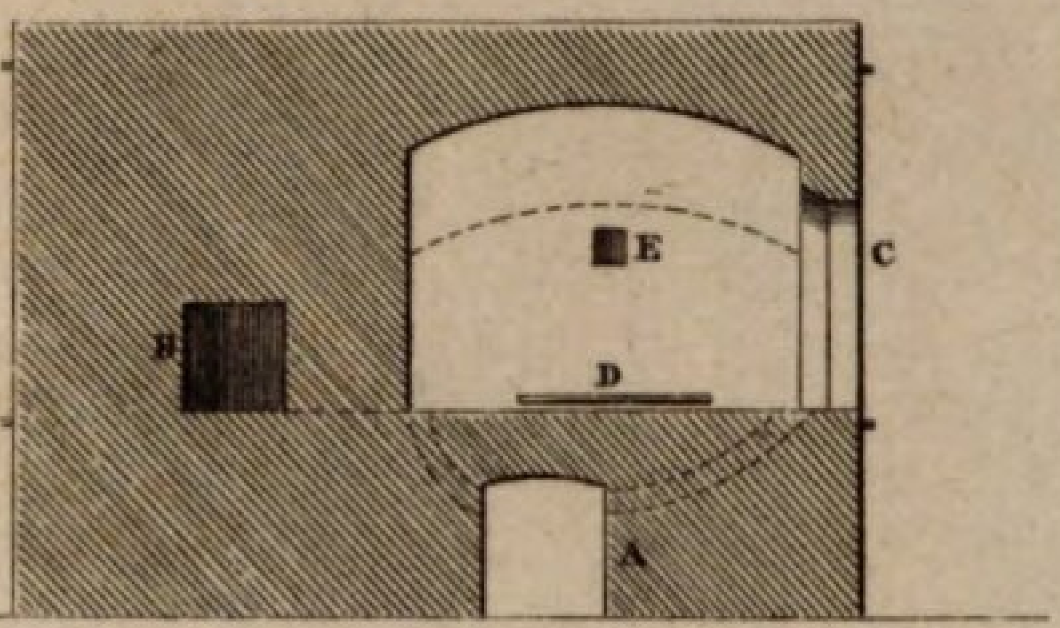


Fig. 10.

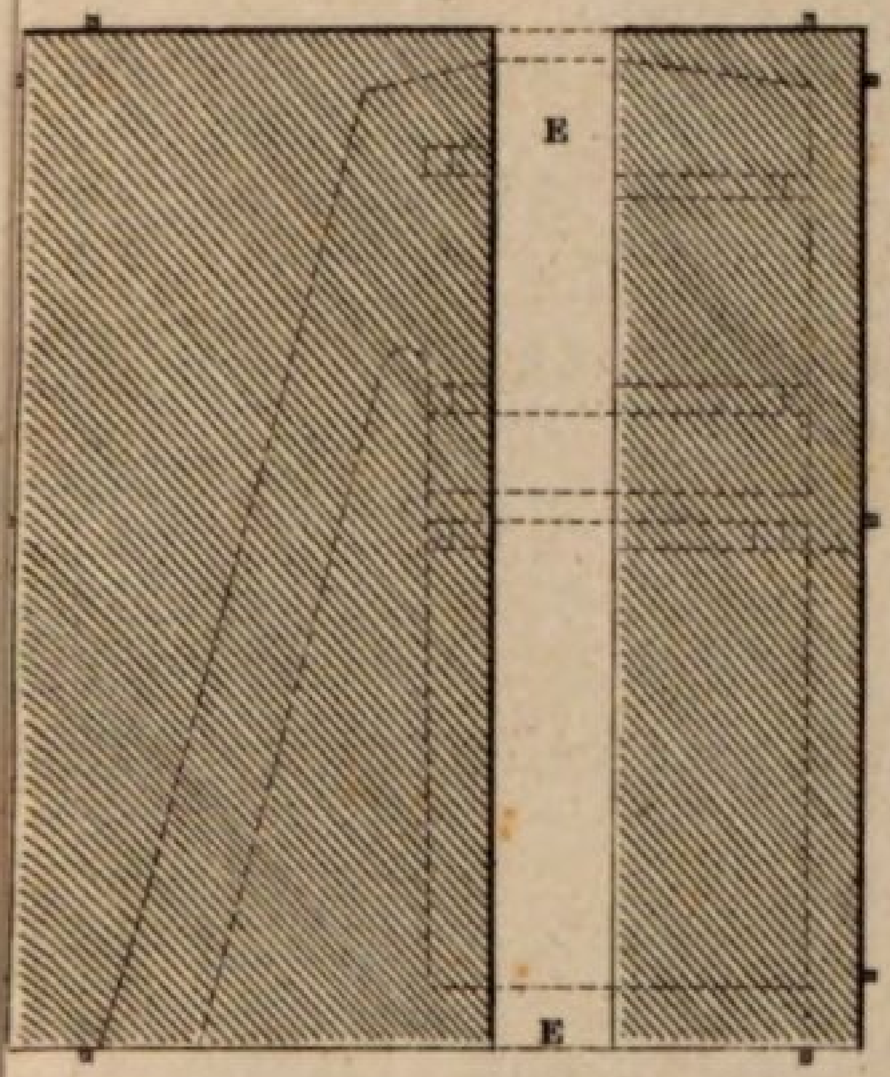
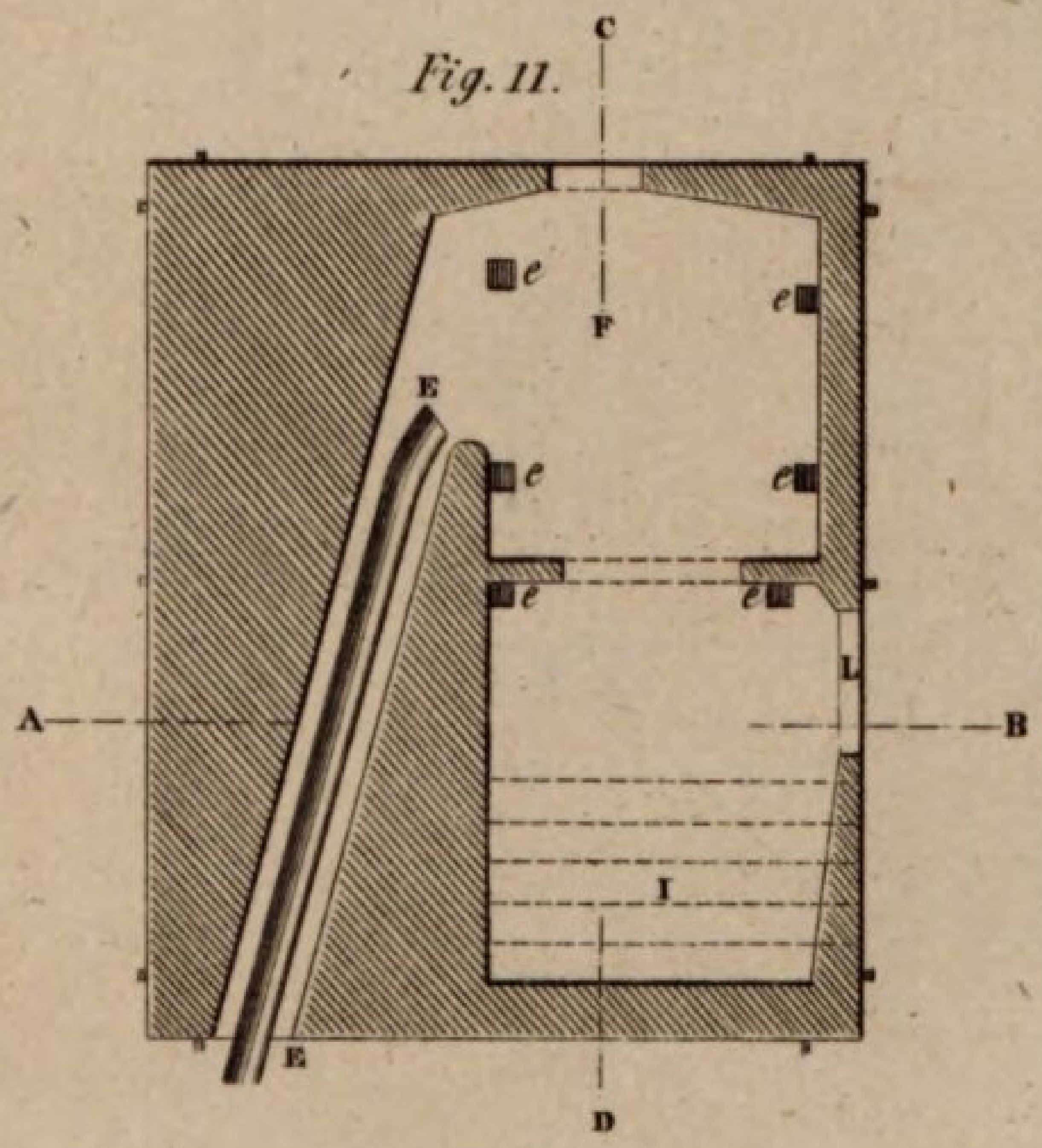
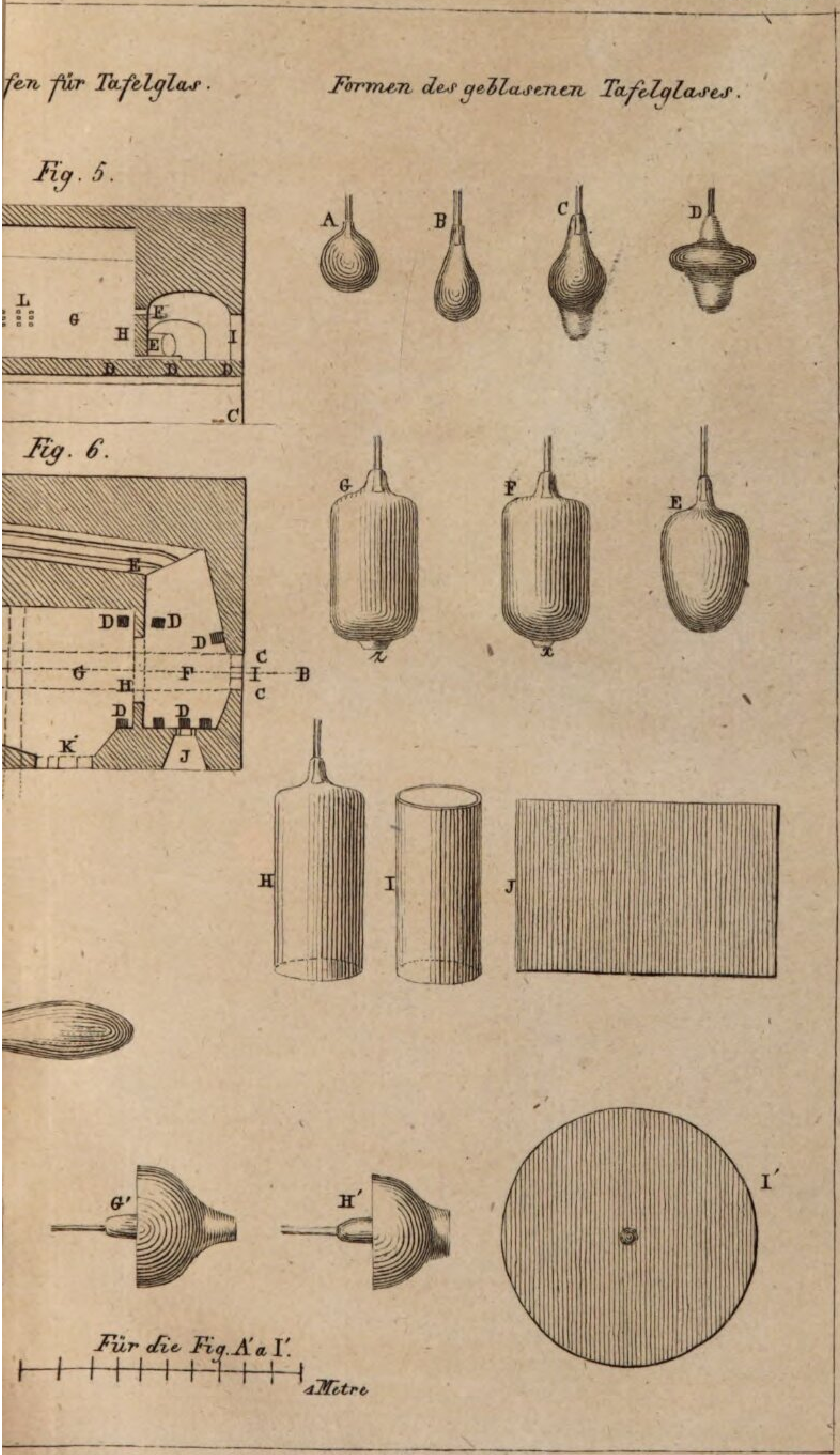
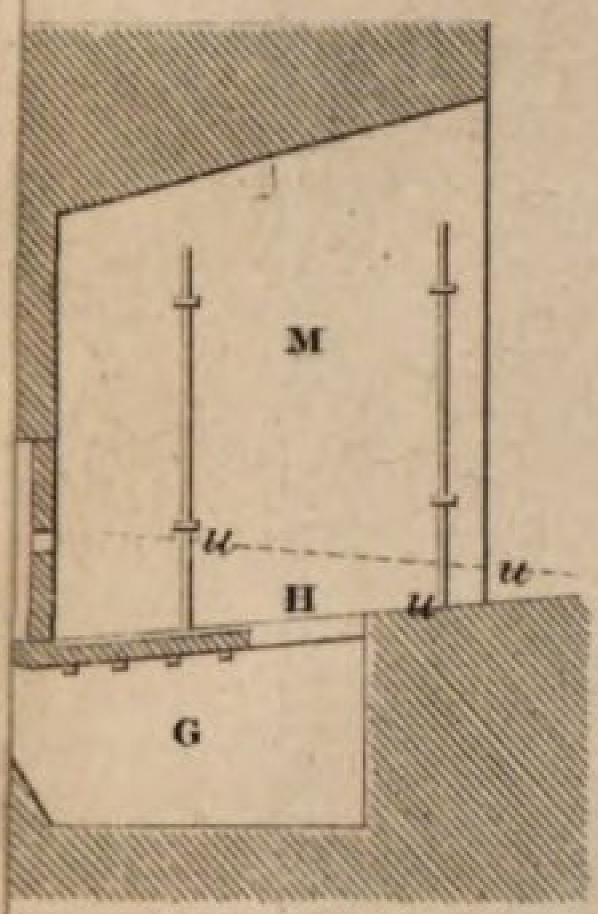


Fig. 11.




fen für Tafelglas.
Formen des geblasenen Tafelglases.
Fig. 5.
Fig. 6.
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
x
G'
H'
I'
Für die Fig. A' a I'.
1 Metre

I. C. Bock. sc.



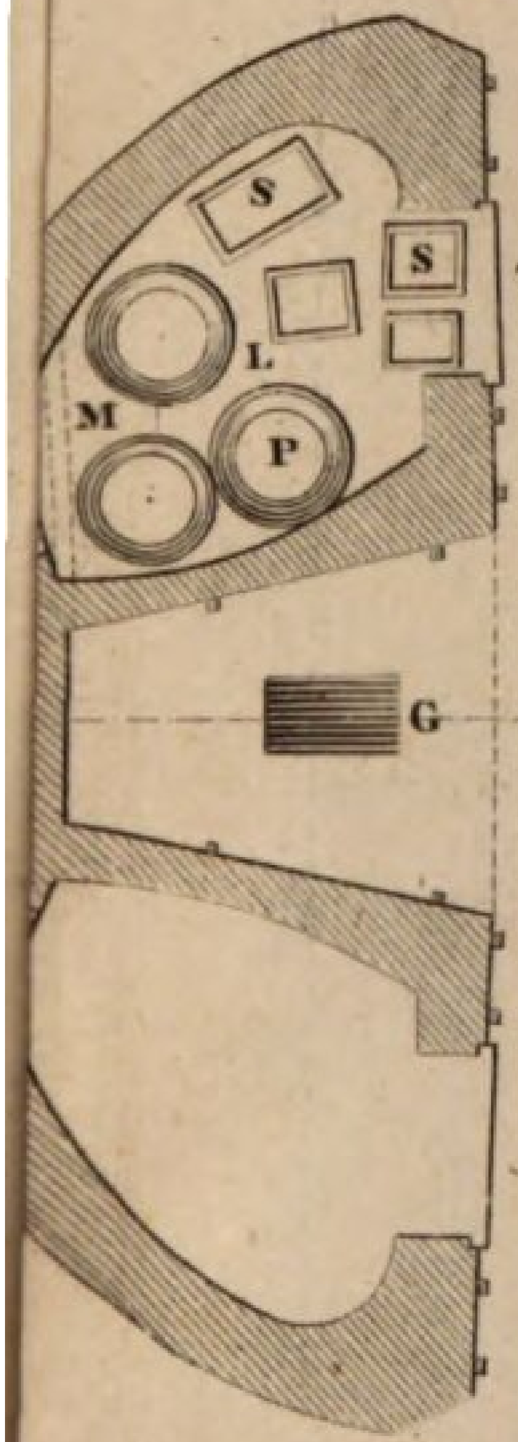
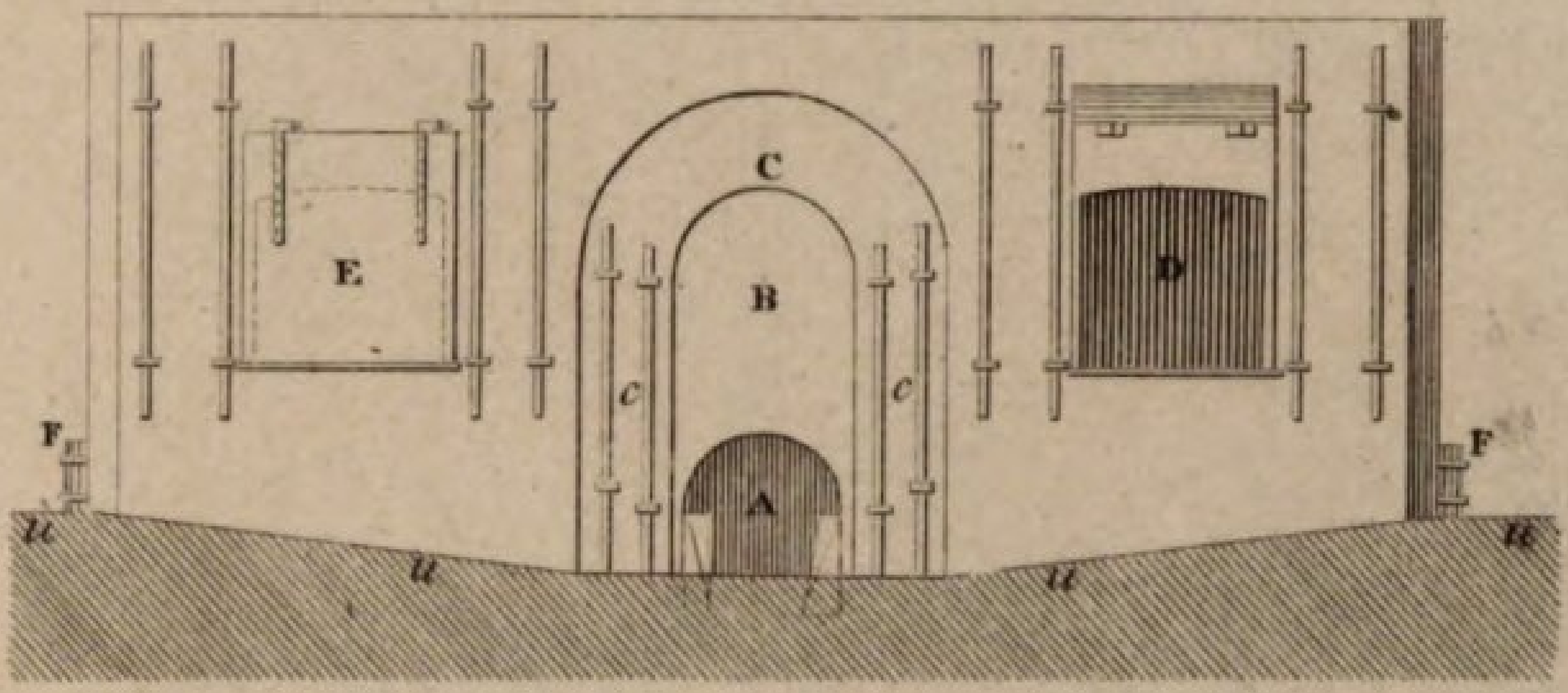


Fig. 2.



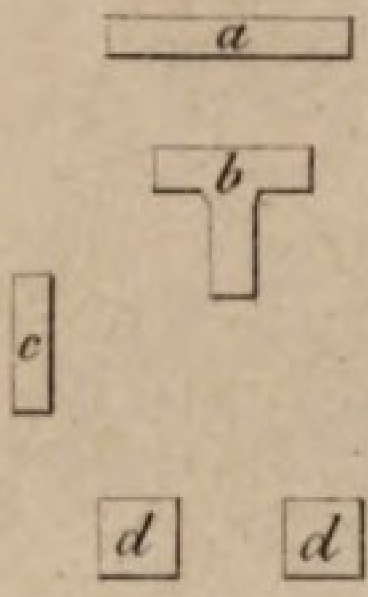


Fig. 7.

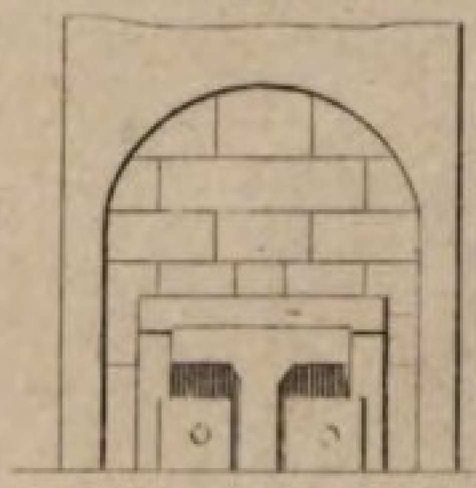
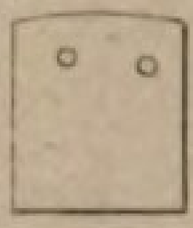
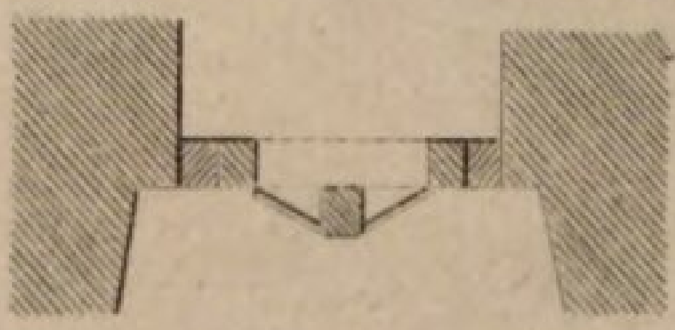


Fig. 8.

Fig. 9.





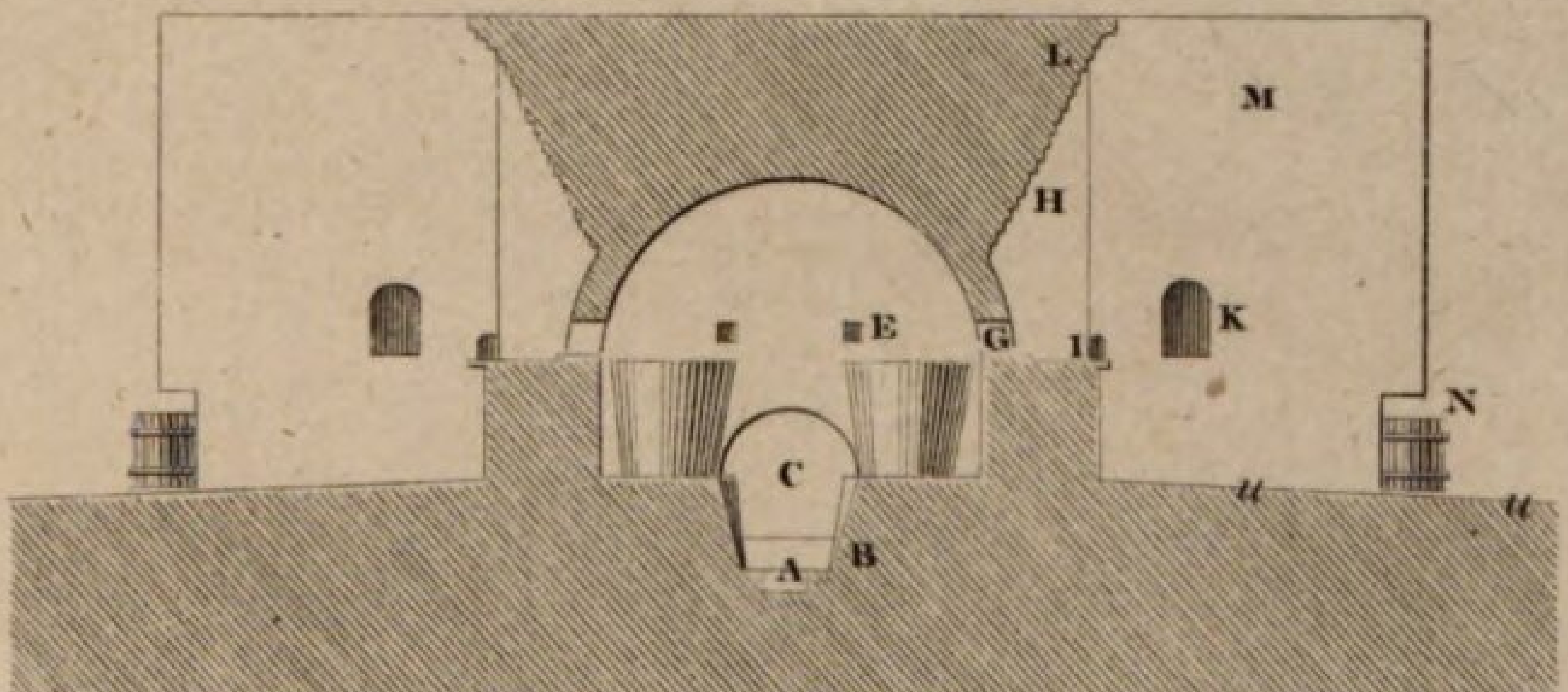


Fig. 6.

LGLAS.

Mondglas-Ofen. (Holzfeuerung.)

Fig. 5.

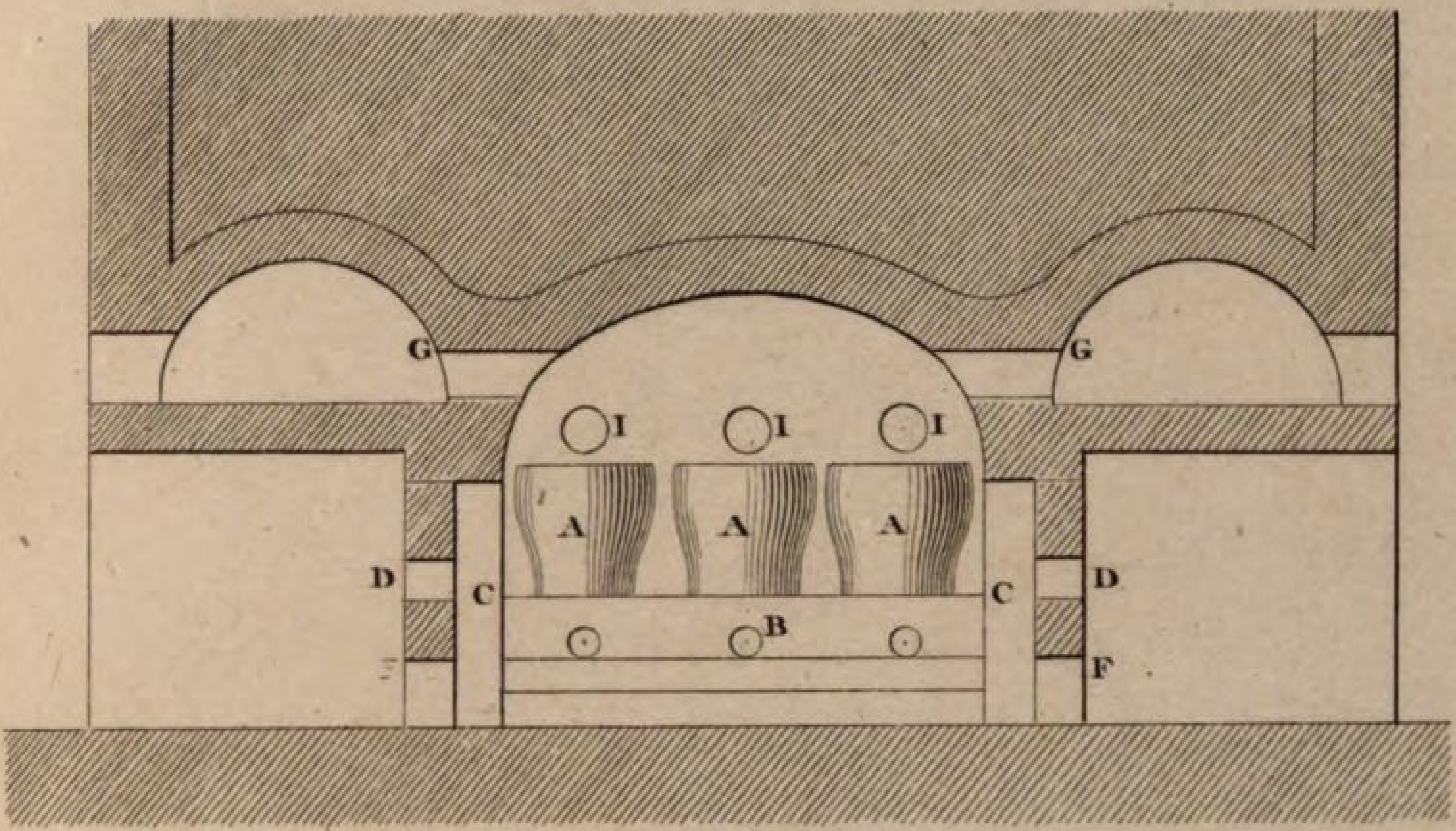
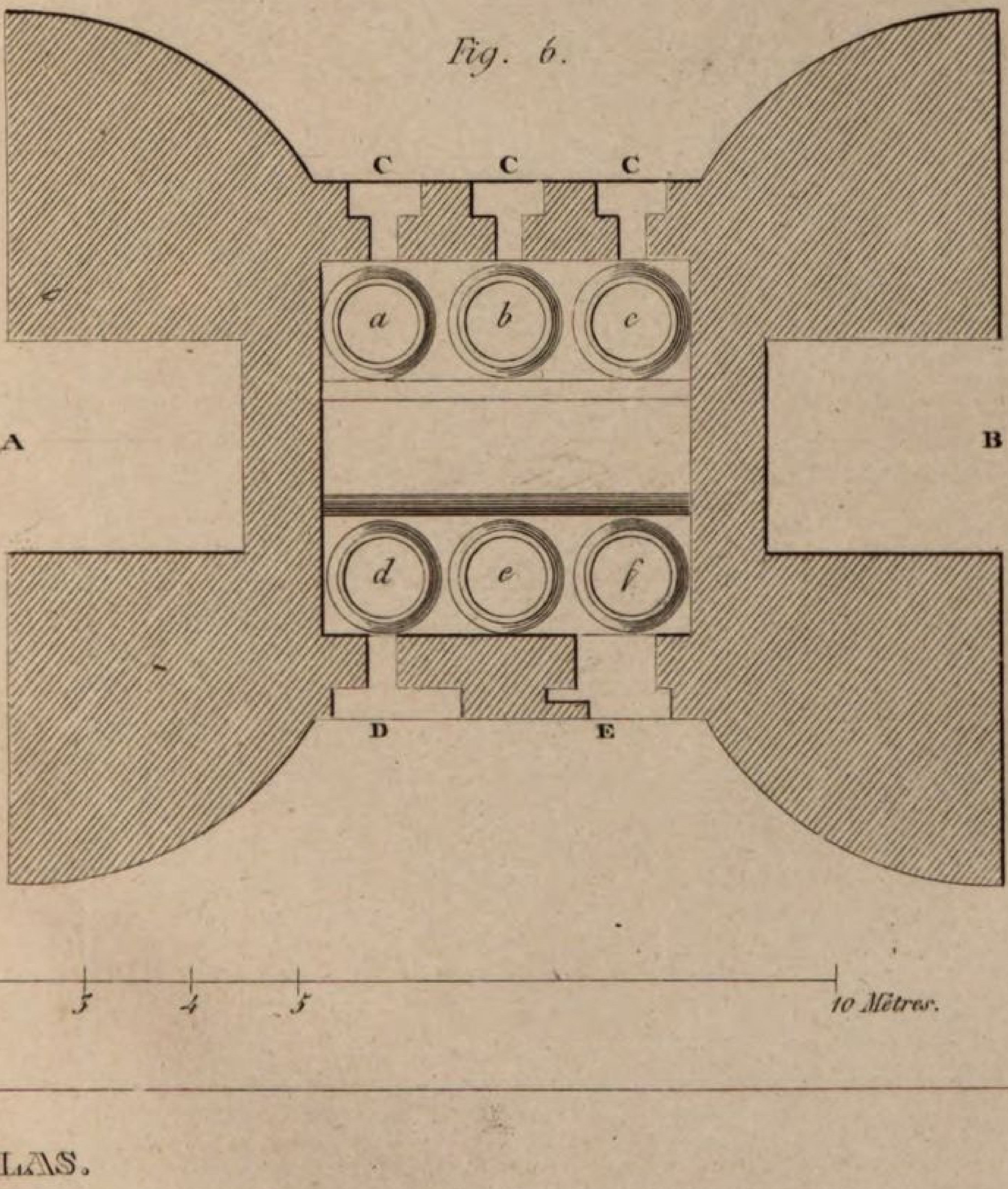


Fig. 6.



2 3 4 5 10 *Mètres.*

NDGLAS.

Fig. 1. Aufriſs.

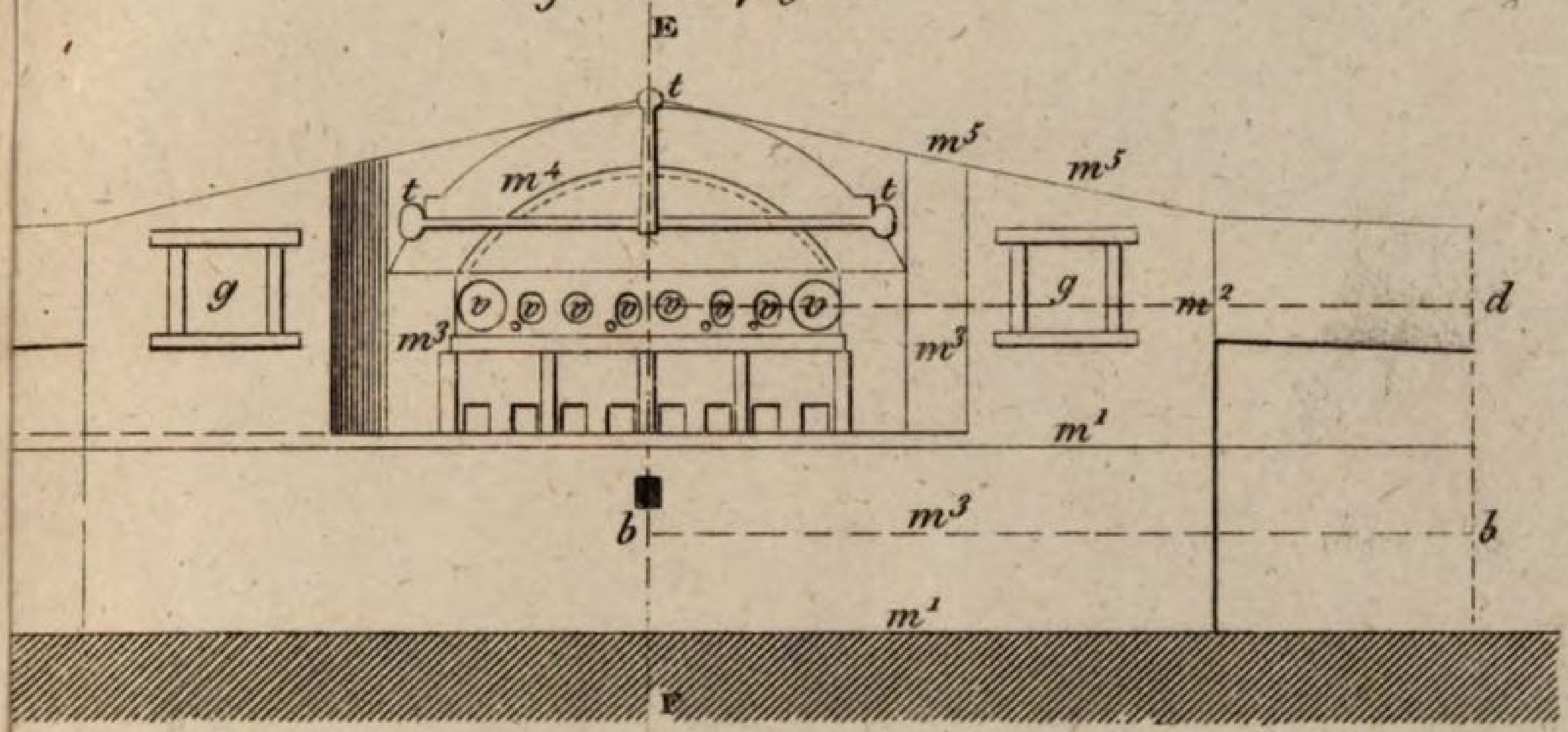


Fig. 4. Durchschnitt.

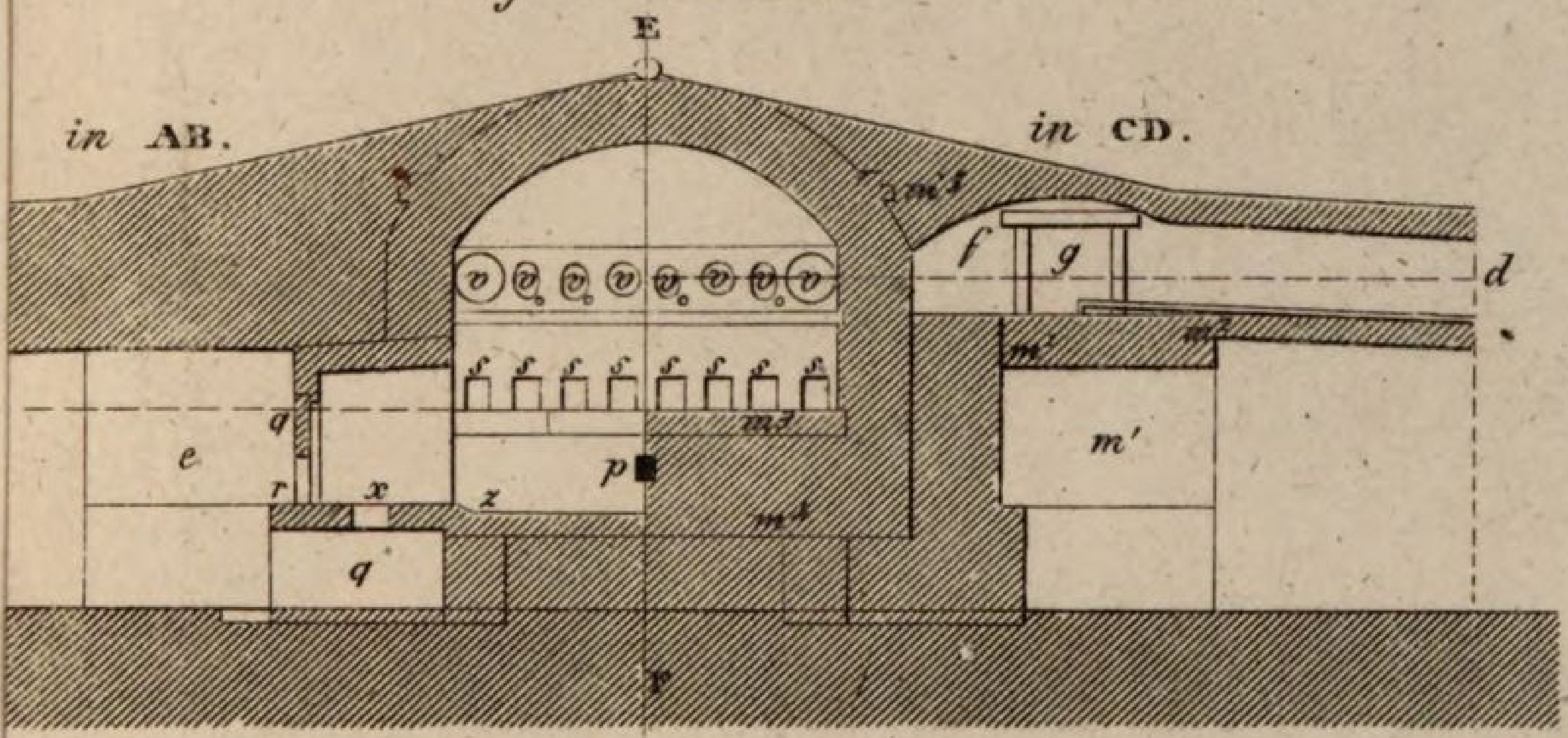
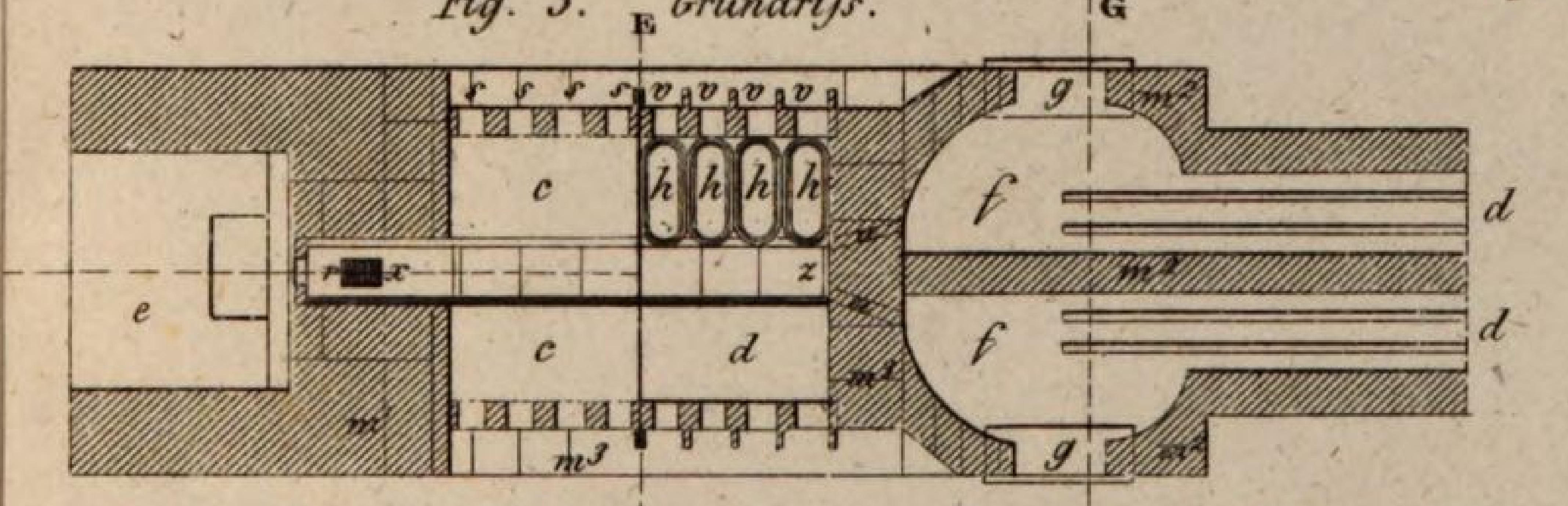


Fig. 3. Grundriſs.



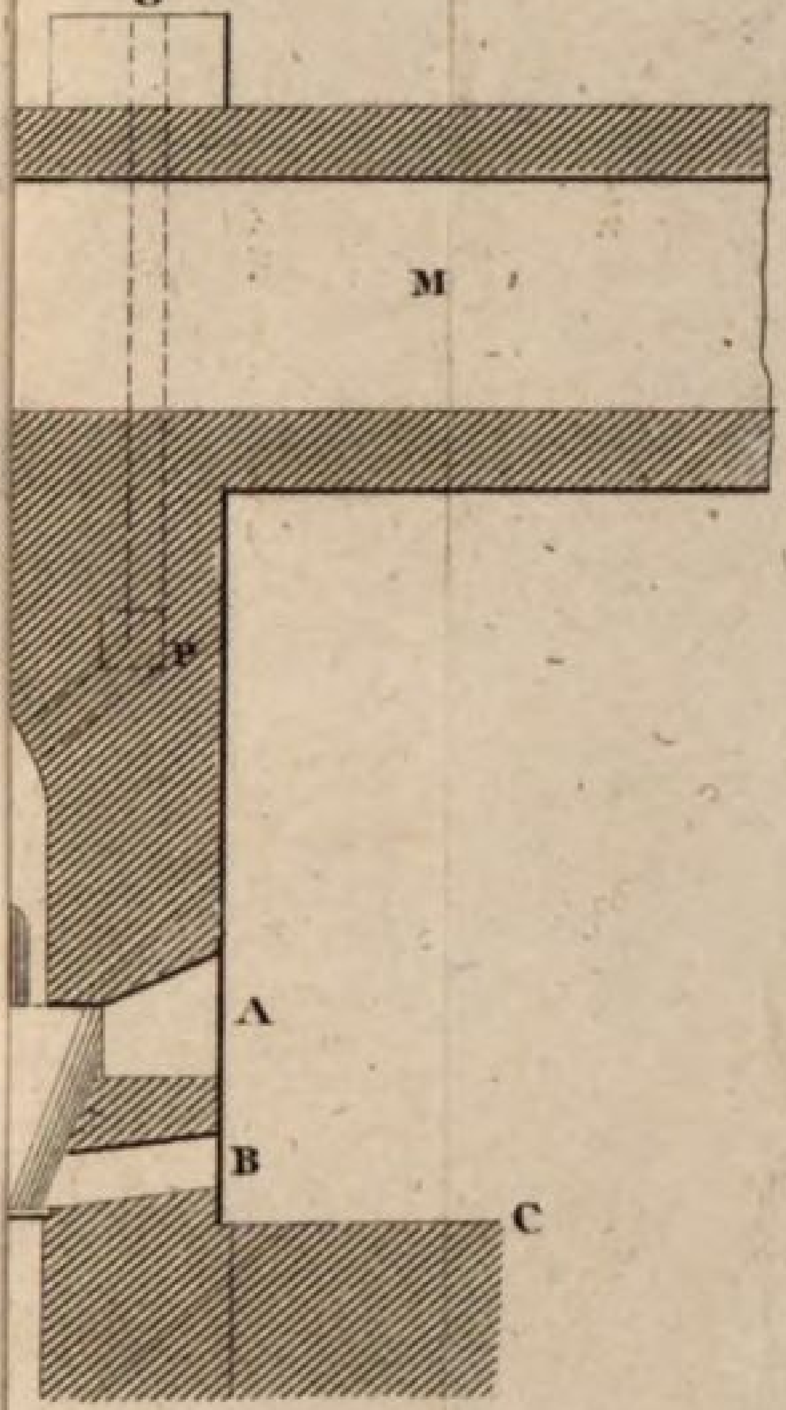
in der Ebene der Bänke. 20 Centimeter über der Bodenfläche der Häfen.

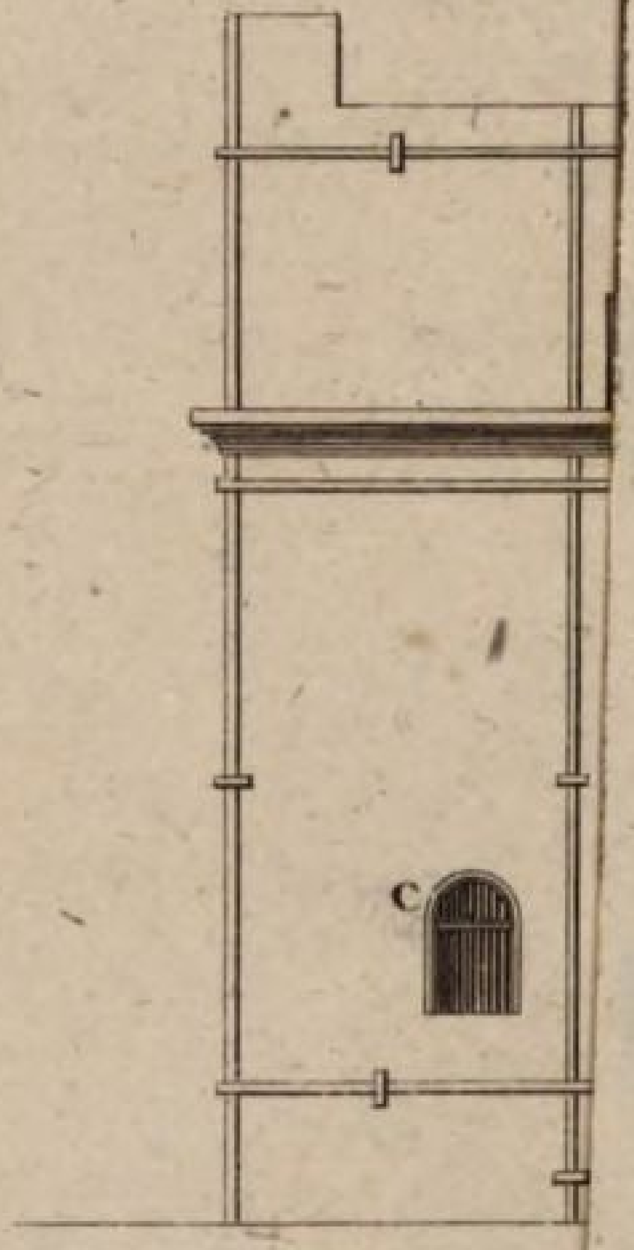
F H

10 Meter.

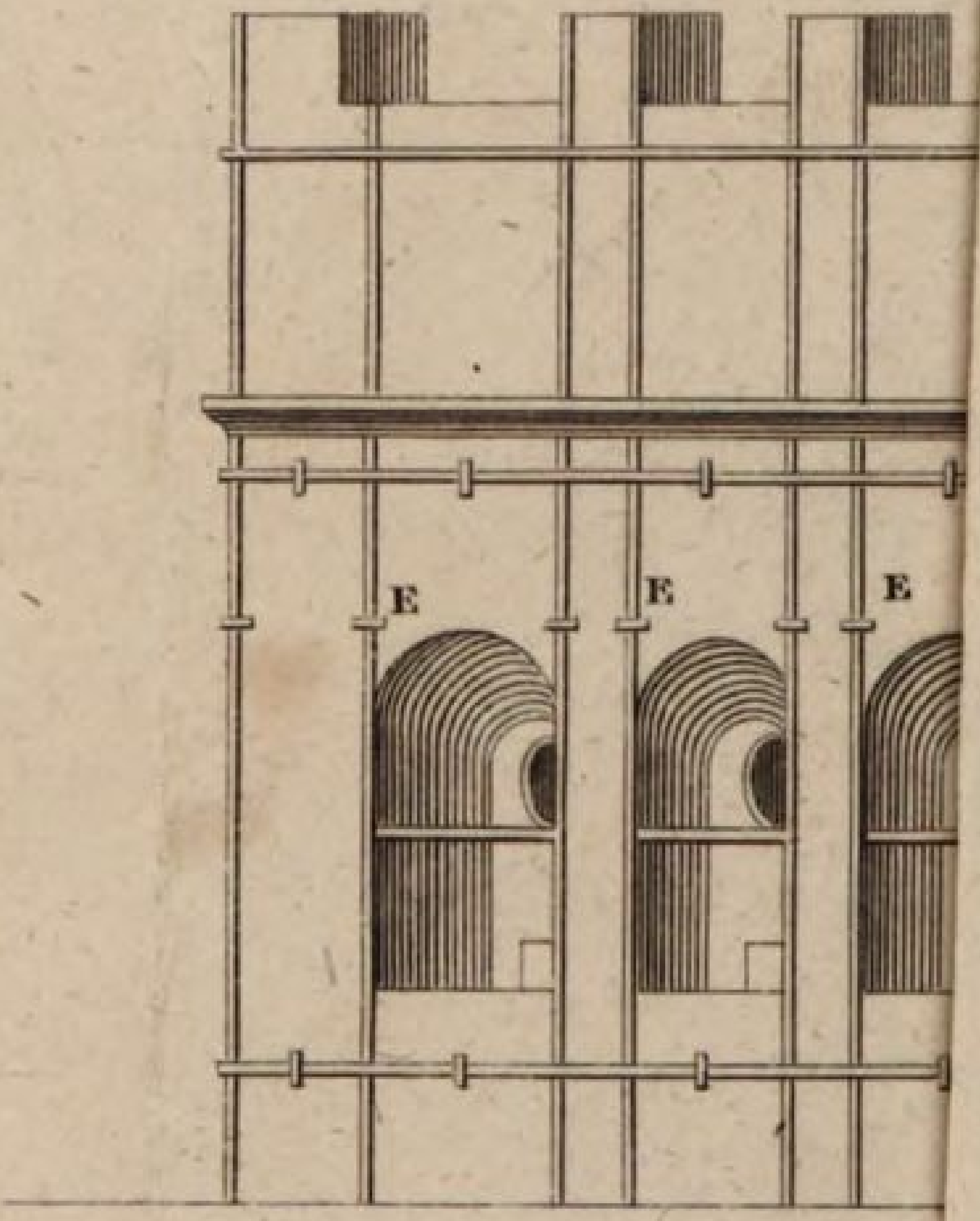
Daumerlang sc.

rung.)





Fi



GN (*Steinkohlenfeuerung.*)

für feines Fayence.

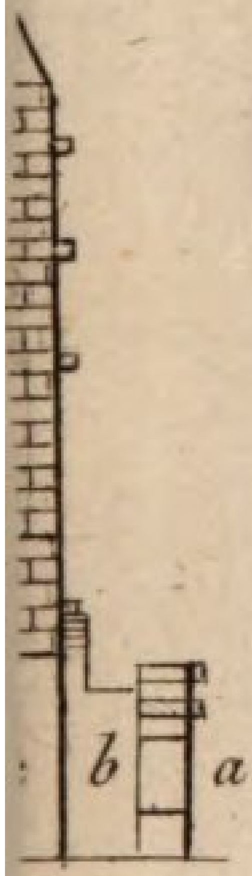


Fig. 6.

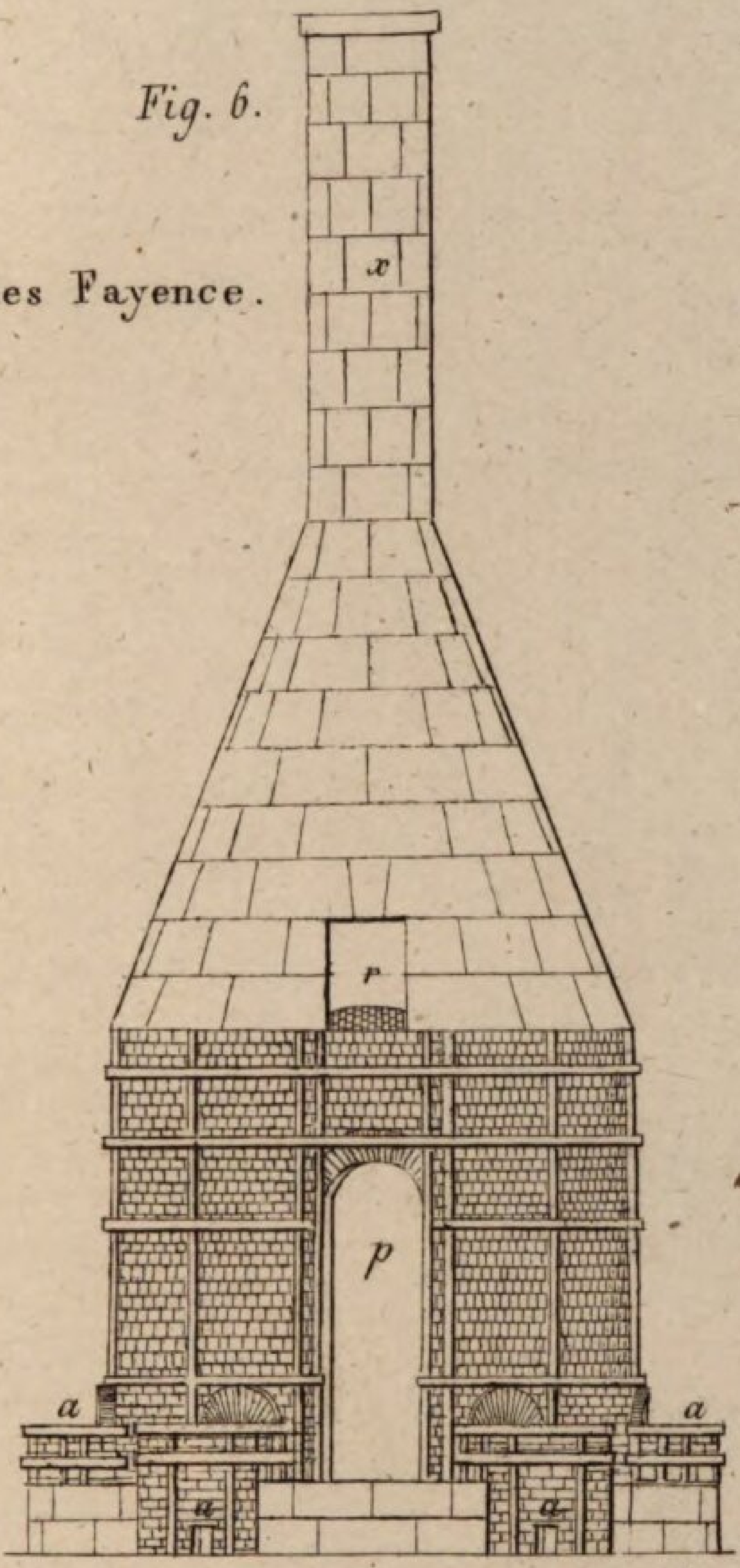


Fig. 9.

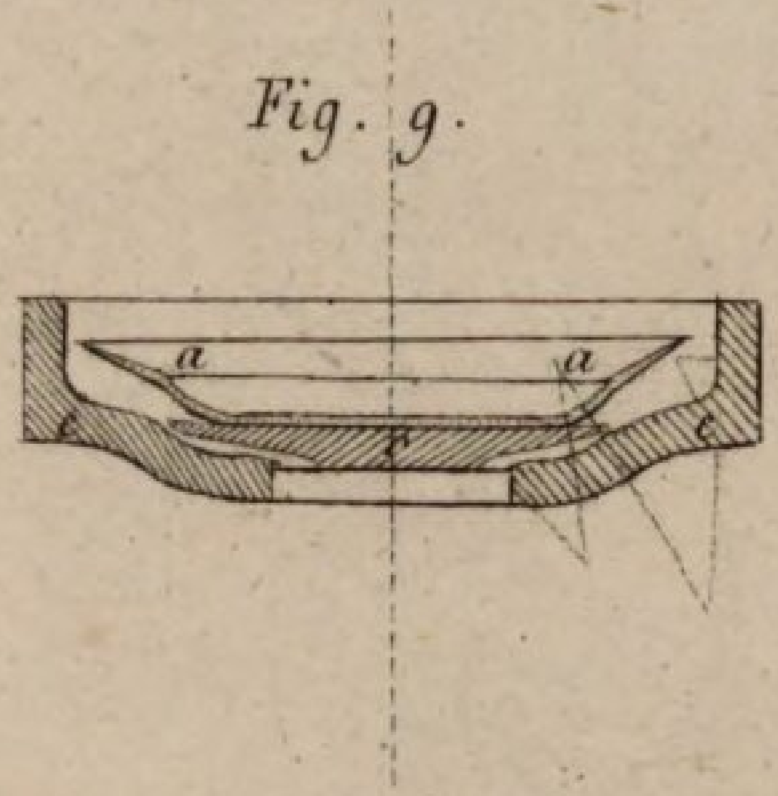


Fig. 10.

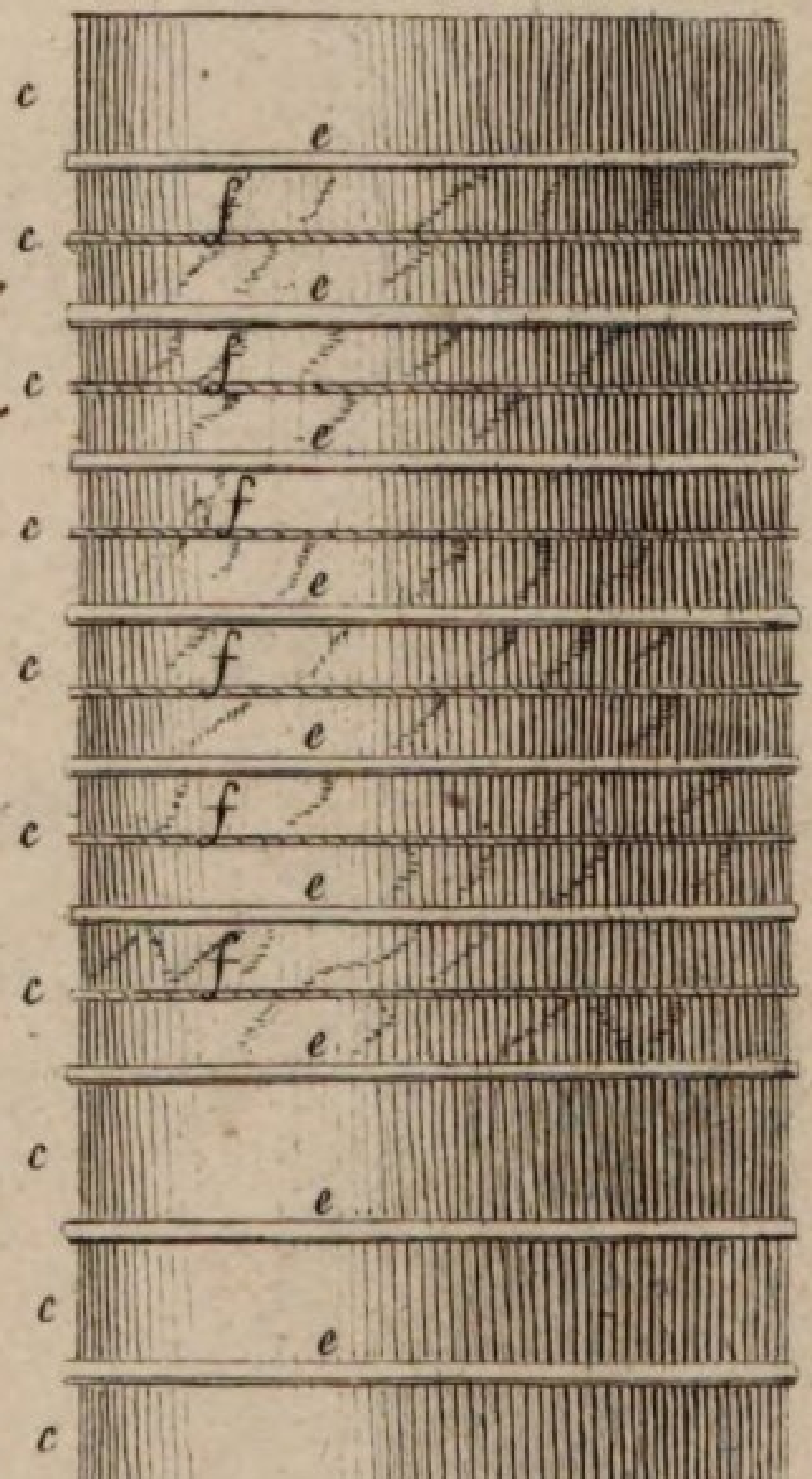
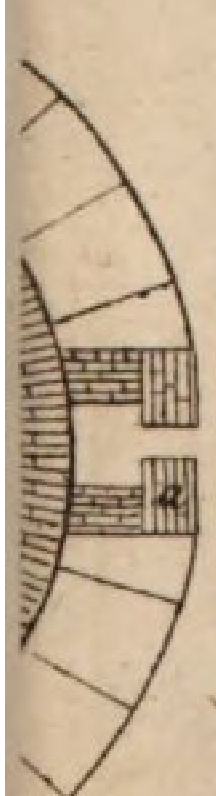
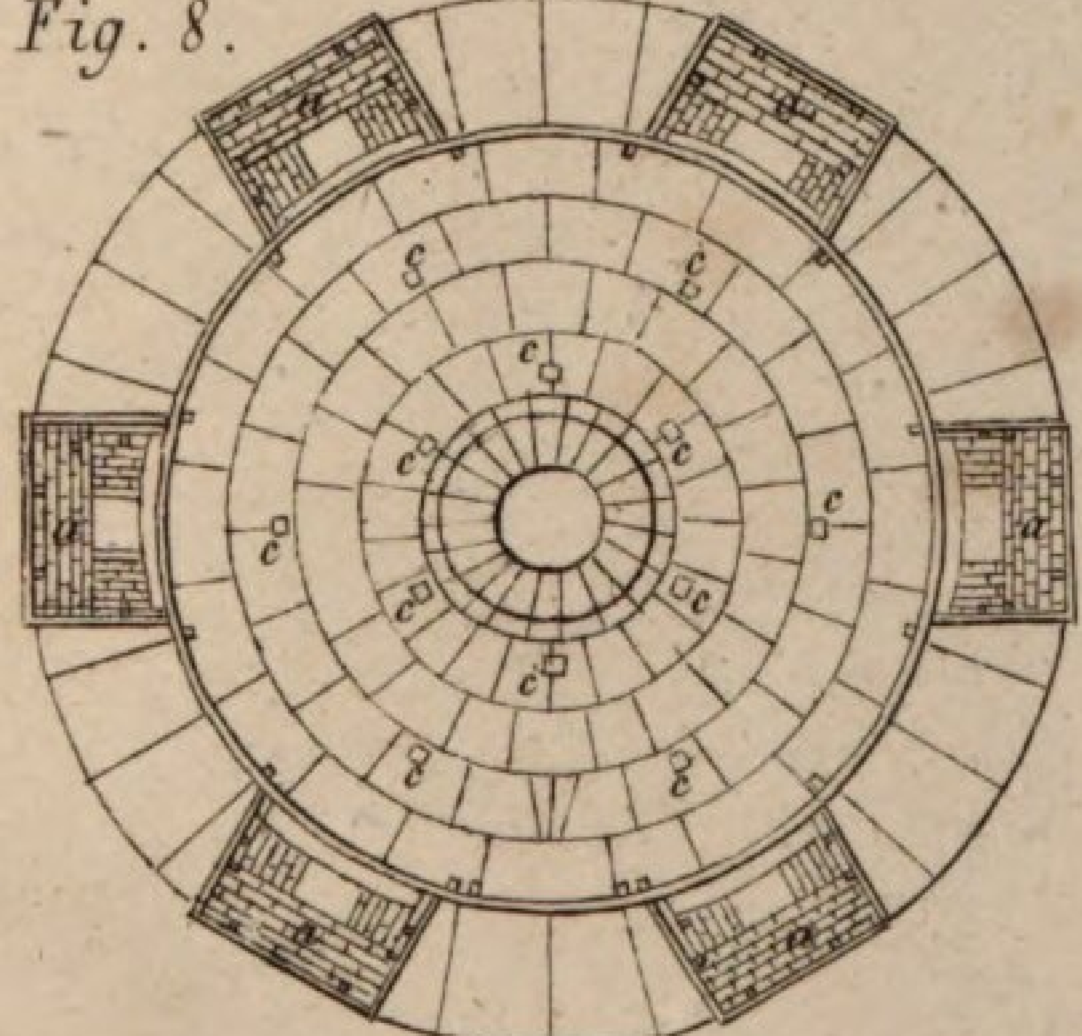


Fig. 8.



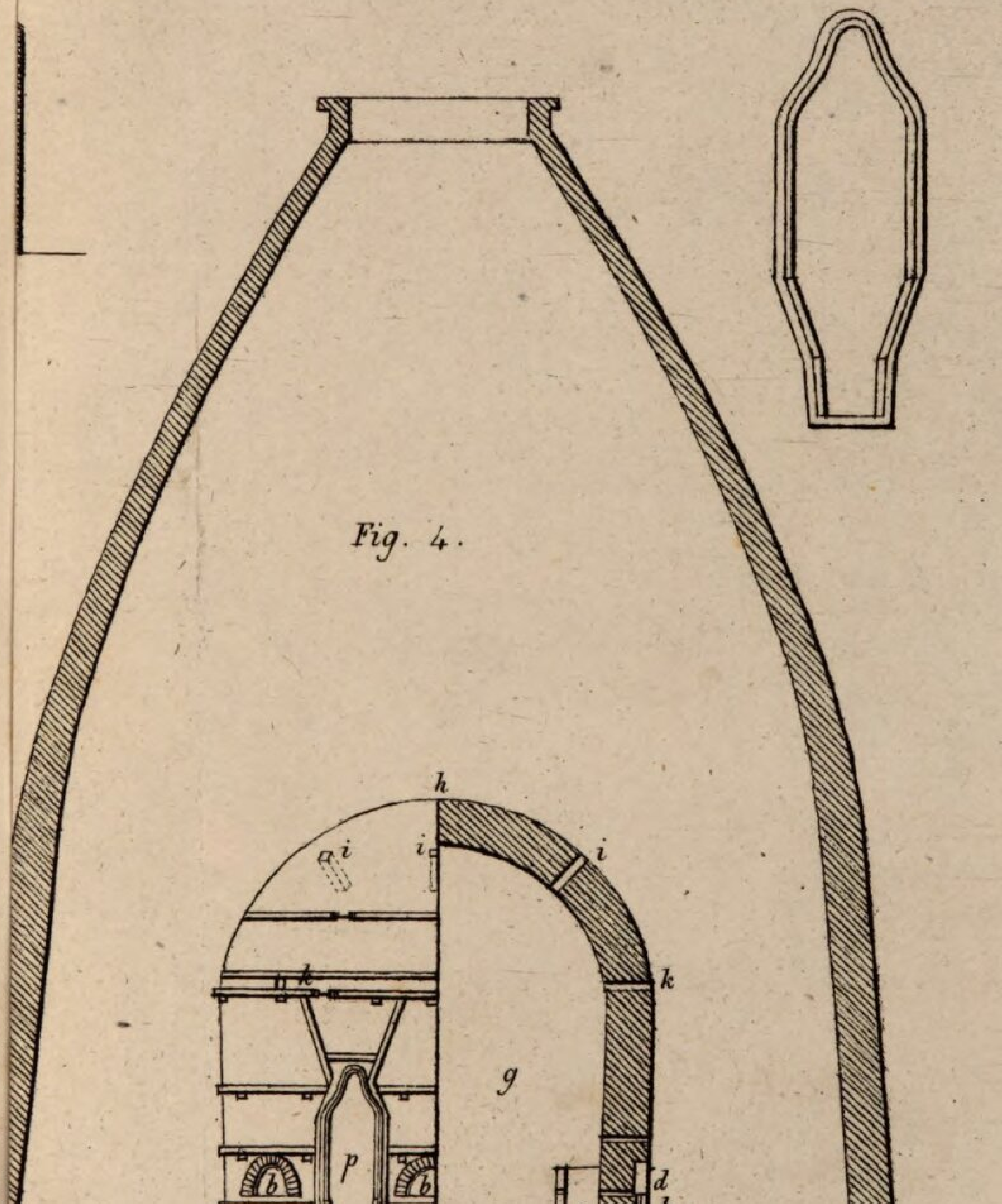


C. I. Bock. sc.

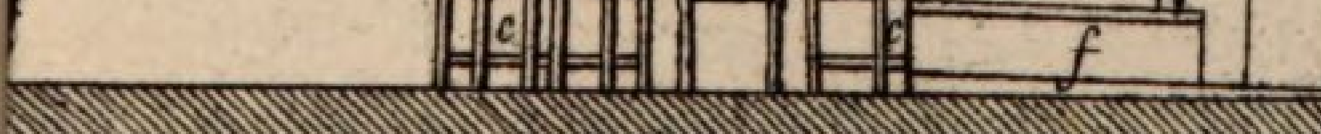
ÖFEN.

Fig. 5.

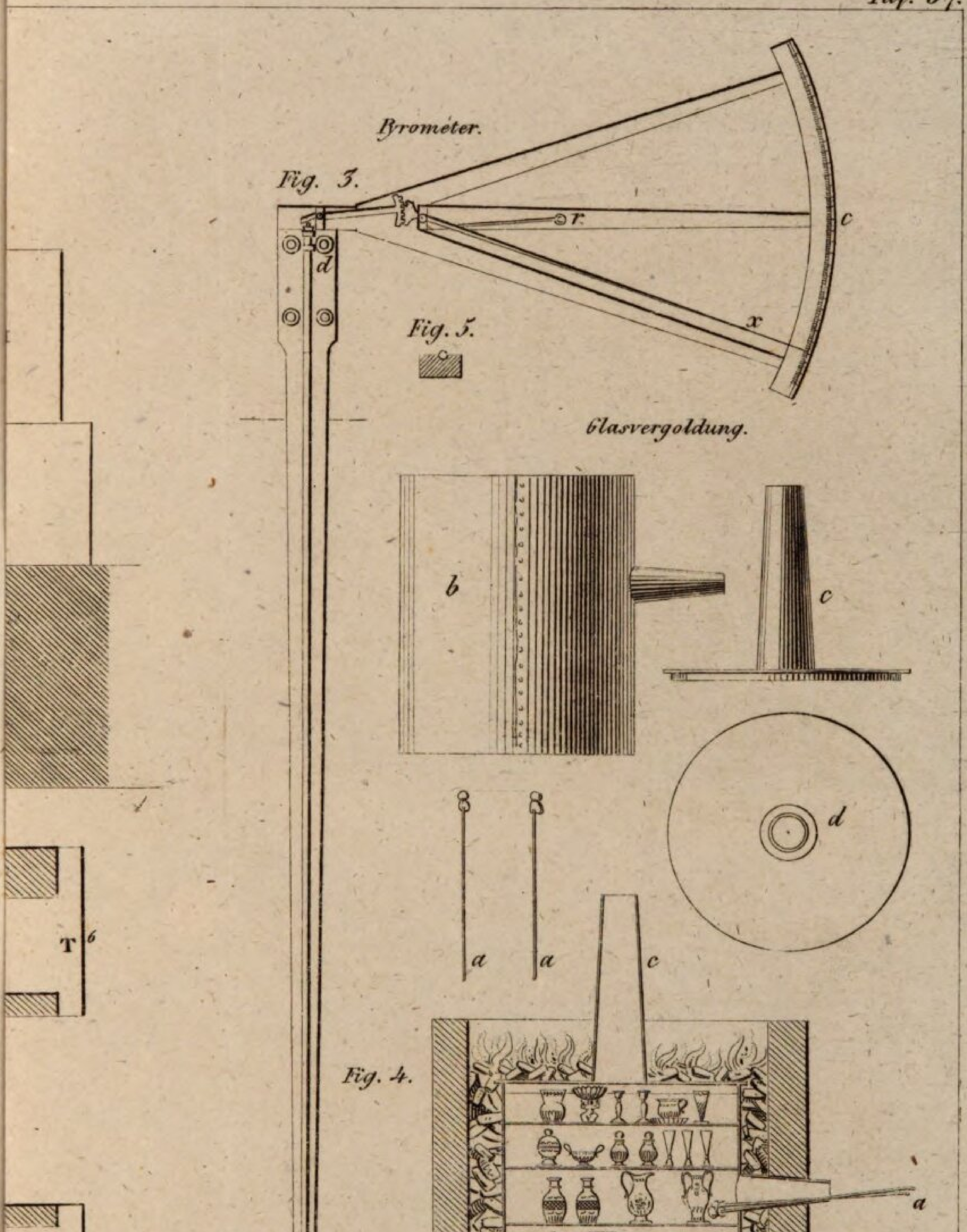
Fig. 4.



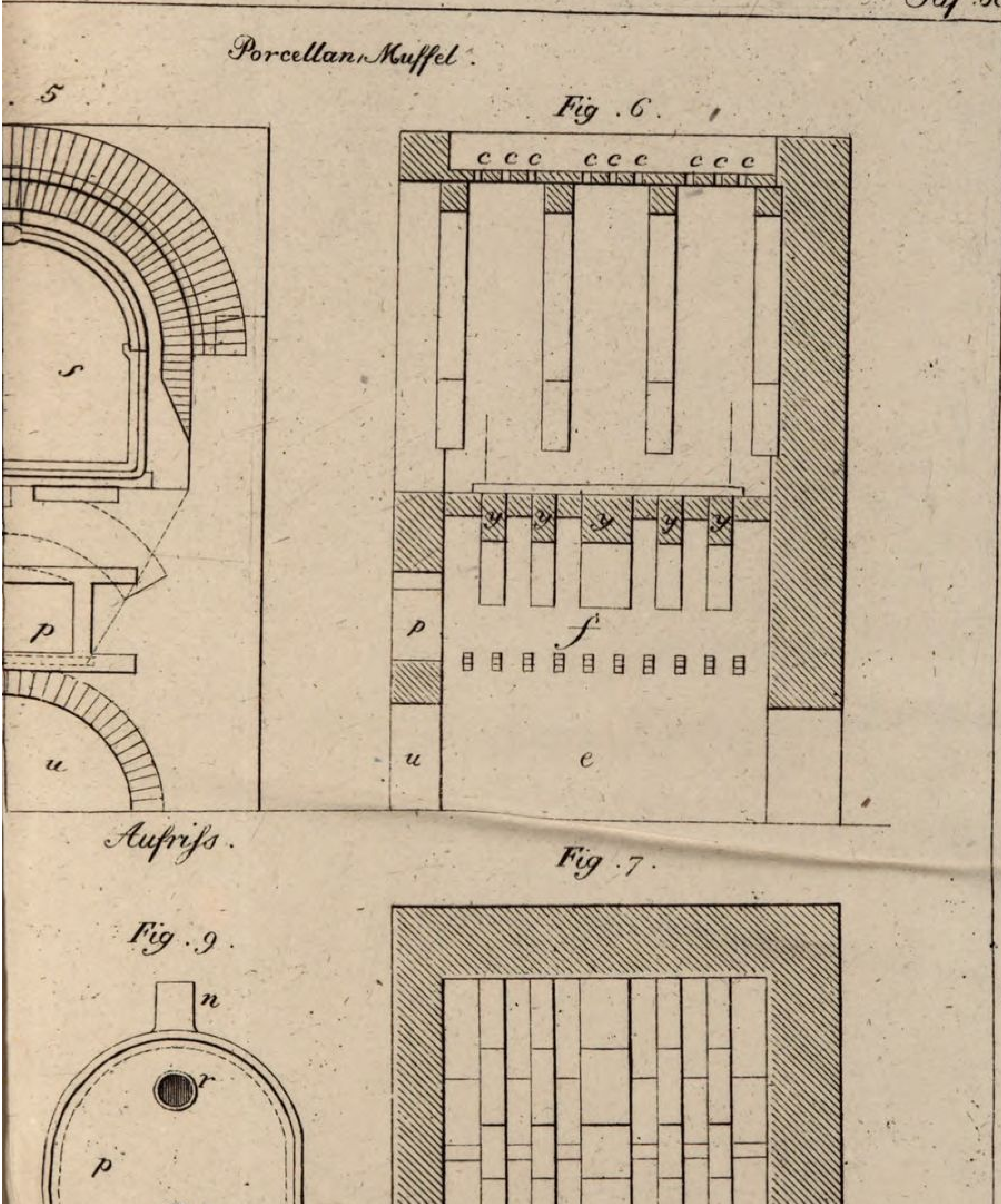
Für die Fig. 4.



C. I. Bock. sc.



C. Daumerlang sclp.


Porcellan-Muffel.
. 5
Fig. 6.
c c c   c c c   c c c
y y y y y
s
p
f
u
e
Aufriſs.
Fig. 7.
Fig. 9.
n
r
p
r
ſis 9.
2 Meter.

ÆREI.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Dumas, Jean-Baptiste André, / Alex, Gottl., / Engelhart, Johann Friedrich,

Handbuch der angewandten Chemie für technische Chemiker, Künstler, Fabrikanten und Gewerbetreibende überhaupt

Bd.: 2

Nürnberg (1832)

BHS II I 94-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10707901-5